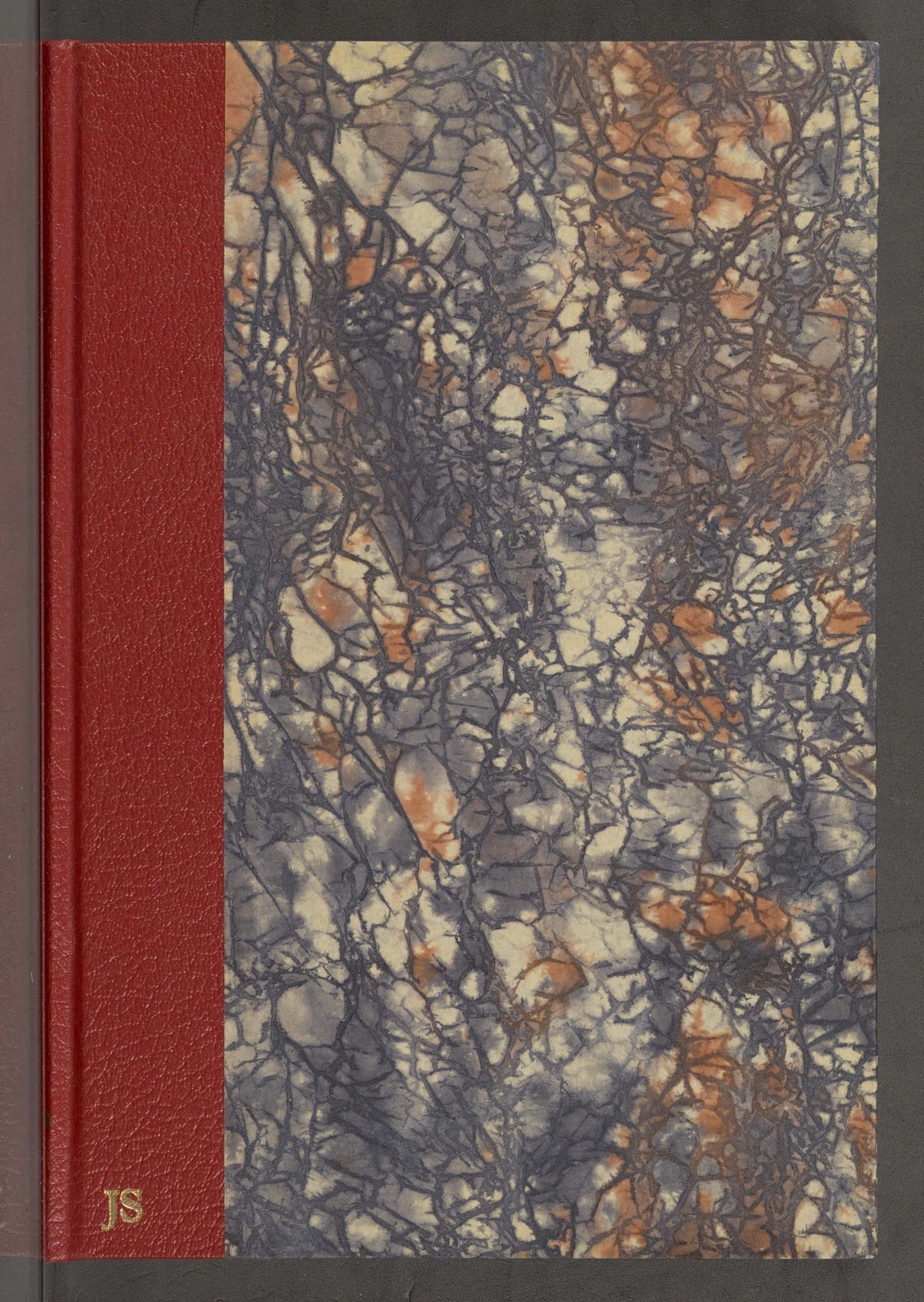
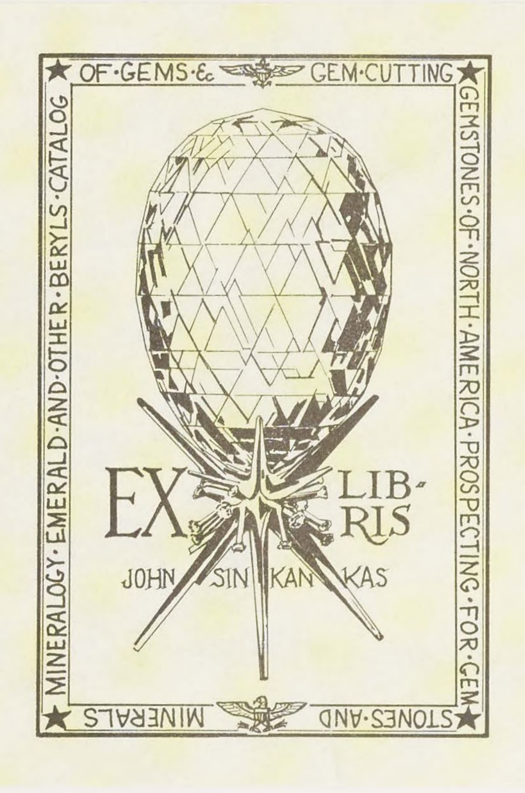

JS


MINERALOGY·EMERALD·AND·OTHER·BERYLS·CATALOG
OF·GEMS·&c GEM·CUTTING
GEMSTONES·OF·NORTH·AMERICA·PROSPECTING·FOR·GEM
STONES·AND MINERALS
EX LIBRIS
JOHN SIN KAN KAS

JUNTA PARA AMPLIACION DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTIFICAS

TRABAJOS DEL MUSEO NACIONAL DE CIENCIAS NATURALES

Serie Geológica, Núm. 24.

LOS ARAGONITOS DE ESPAÑA

POR

PEDRO CASTRO BAREA
Doctor en Ciencias Naturales.

MADRID
1919

El *Museo Nacional de Ciencias Naturales* forma parte del *Instituto Nacional de Ciencias Físico-Naturales* y depende directamente de la *Junta vara ampliación de estudios e investigaciones científicas.*

Publica un conjunto de *Trabaios* constituídos por libros y folletos, que forman tres series:

SERIE **Geológica.**
— **Zoológica.**
— **Botánica.**

En los laboratorios de Geología del Museo, la *Junta para ampliación de estudios e investigaciones científicas* ha organizado cursos de *Investigaciones geológicas en España,* bajo la dirección del profesor Sr. Hernández-Pacheco, que tienen dos misiones fundamentales: 1.ª Realizar labor de seminario para crear investigadores de la ciencia geológica en España.—2.ª Publicación de Memorias respecto a Geología española, cuyo conjunto constituye la *Serie geológica* de los Trabaios del Museo Nacional de Ciencias Naturales.

JUNTA PARA AMPLIACION DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTIFICAS

TRABAJOS DEL MUSEO NACIONAL DE CIENCIAS NATURALES

Serie Geológica, Núm. 24.

LOS ARAGONITOS DE ESPAÑA

POR

PEDRO CASTRO BAREA
Doctor en Ciencias Naturales.

MADRID
1919

Madrid. || Imprenta de Antonio Marzo. San Hermenegildo, 32, dup.°. || Teléf.° 977 J.

A mis padres.

INTRODUCCIÓN

Al publicar este primer trabajo, espero me sea permitido rendir un público homenaje de respeto y gratitud a mis maestros los Sres. Hernández-Pacheco y Fernández Navarro. Desde mi primer año de vida universitaria guió constantemente el Sr. Pacheco, con un paternal afecto, tanto en el laboratorio como en el campo, mis primeros pasos de naturalista, despertando mi afición por esta rama de la Geología. Desde este momento toda mi vida científica ha contado con las inapreciables direcciones suya y del Sr. Fernández Navarro; últimamente, en la ejecución de este trabajo el Sr. Navarro ha sido quien, paso a paso, con toda su peculiar bondad, ha encauzado y seguido todo su desarrollo, prodigándome su valiosa crítica y consejo. A su iniciativa fué debido el tema; es el aragonito una especie mineralógica que, dentro de la universalidad de la ciencia, puede considerarse, por decirlo así, de las más españolas; en España se recogieron los primeros ejemplares, españoles fueron los que por mucho tiempo la representaron en los principales Museos de Europa, y aunque no respondiendo a la realidad que se intentó consignar, el nombre alusivo a una región nuestra lleva. Si a todo este ambiente externo añadimos que, en el desarrollo de la ciencia mineralógica los ejemplares españoles, que en un principio atrajeron tanto la atención, eran aún los menos estudiados a pesar de seguir siendo España, seguramente, el país que mayor riqueza en formas posee, se comprenderá el acierto en la elección y el interés atractivo del tema.

Con el mayor interés he tratado de desarrollarlo, utilizando cuantos materiales he tenido a mi alcance o han puesto a mi disposición las amables personas que los poseían. Con el mayor detenimiento y la mejor voluntad he llevado a cabo este estudio; los defectos que cuente no pueden ser debidos más que a la imposibilidad material o a la cortedad de mis facultades. De esta manera he realizado los estudios especiales de que consta: el análisis espectral bajo la dirección del profesor Sr. Del Campo, y el químico con la constante inspección del Sr. Piña de Rubíes.

La suerte me ha acompañado en estas modestas investigaciones, habiendo logrado dejar consignadas bastantes localidades nuevas para la especie; señalando algunas formas y asociaciones curiosas, muchas de ellas no citadas hasta ahora en individuos españoles y rectificando otras. Al hacer el estudio espectral, a más de señalar la presencia del *magnesio* por primera vez en los aragonitos, y del *plomo* en los españoles, se me han presentado tres rayas nuevas pertenecientes al espectro del calcio; creo también haber conseguido avanzar un pequeño paso en el conocimiento íntimo de la curiosa estructura, en lente bicóncava, que presenta este mineral, y, finalmente, en el transcurso del estudio cristalográfico he hallado una ley de macla nueva para la especie. Todo ello lo consigno a guisa de cuestionario, sin encubrir envanecimiento alguno personal; a la vista de cualquiera salta, que todo es, como decimos en un principio, más hijo del azar que del esfuerzo propio. Estaré satisfecho de haber servido de medio a esta pequeña contribución al conocimiento de la especie; pero de todos modos experimento el contento de no haber perdido al menos el mucho tiempo empleado, que me ha servido, además, para iniciarme en el estudio de algunas materias importantes.

Madrid y Diciembre de 1918.

P. CASTRO.

I

GENERALIDADES

Aragonito — $CaCO_3$ — Rómbico holoáxico (Rómbico bipiramidal).

Historia.—Desde principios del siglo XVIII han constituído los ejemplares de esta especie, procedentes de Molina de Aragón, una de las joyas más apreciadas por los coleccionistas de objetos naturales; primero con el nombre de *apatito,* después con el que hoy lleva, derivado del de la localidad clásica española, era uno de los principales elementos con que España enriquecía los gabinetes de Europa.

En el año 1754, el P. Torrubia, en su *Aparato para la Historia natural española* (86) (*), habla del aragonito por primera vez:

«Continuando digo, que en *Molina de Aragón,* á la otra parte de los Batanes, y Molino, que en el *Rio Gallo* (famoso por sus singularissimas Truchas asalmonadas) tiene *Don Pablo de la Muela,* hay un Montecillo, donde entre la misma tierra se cogen muchissimos crystales *hexagonos* (á que allí llaman *Torrecillas),* de los que, en menos de quatro minutos, juntó un Muchacho porciones considerables. Son alvicantes, y en el centro muestran muchos de ellos los colores del *Iris,* de los que se pone la perfecta configuración en la lámina 13 (figura 1). Son assimis-

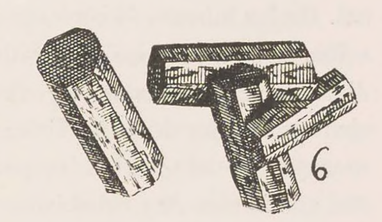


Fig. 1 (**).

(*) Los números entre paréntesis aluden a la lista bibliográfica.

(**) La figura de la izquierda es un prisma octogonal, a pesar de estar claramente descrito en el texto como «*crystales hexagonos*».

mo *hexagones* otros crystales de color roxo, que se hallan entre *Anchuela* y *Clares,* en un sitio quatro leguas distante del mismo *Molina,* y de la misma calidad, los que el año 1719 hallé yo en las Heras de una Hacienda, que tienen los *Padres Cartujos de Xeréz,* en el camino de *Arcos,* que, según quiero acordarme, llaman la *Peñuela*» (*).

Trece años después es descrito por Dávila (26) como «carbonato cálcico cristalizado en prismas exagonales, con las bases estriadas del centro á la circunferencia, ó con las bases lisas». Posteriormente se ocupan de los aragonitos de procedencia española: Bowles (7), que hace una bella descripción del yacimiento de Molina; Emmerling (29) y Herrgen (44), que tras copiar la cita de Bowles, que cree es la primera, estudia los caracteres generales de los ejemplares de la colección «de este Real Estudio de la Mineralogía», base de nuestro actual Museo. Pero el primero que le reconoce como especie distinta de la calcita, propone su separación y le da el nombre que hoy lleva, es Werner (93), contando inmediatamente con el apoyo de Bertholet (4), Brogniart (12), Haidinger (39) y G. Rose (78), que se declaran también partidarios del dimorfismo del carbonato de cal. En los mismos ejemplares que sirvieron a Werner para describir la especie, hizo Klaproth (51) el primer análisis químico, diciendo ser «carbonato de cal sin indicio alguno de ácido fosfórico»; seis años después Kirwan (50) vuelve a ocuparse químicamente de los aragonitos, sospechando pudieran contener pequeñas cantidades de estronciana, sospecha confirmada en 1813 por Stromeyer, que fijó en un 4 por 100 la proporción de este cuerpo al estado de carbonato.

El conde de Bournon (6), en un amplio trabajo que publica en 1808 sobre la *calcita* y el *aragonito*, estudiando las formas que de este último conoce como modificaciones, en número de

---

(*) Esta finca, con el mismo nombre y con el convento en ruinas, existe todavía, según noticias que hemos podido adquirir.

nueve, del prisma rómbico, que toma como forma primitiva, dice: «Es muy probable que la introducción de un tercer principio, todavía desconocido, entre el número de sus elementos constituyentes (ácido carbónico y cal), ocasione la gran diferencia que existe entre estas dos substancias», iniciando de este modo el problema de las circunstancias determinantes del dimorfismo del carbonato de cal; cuestión que, en realidad, continúa actualmente sin resolver.

Opticamente es Kirchhoff (49), en 1859, el primero que se ocupa del aragonito, determinando sus ejes ópticos. Mitscherlich (68) había anunciado, fundándose en una experiencia bastante insuficiente, que el aragonito calcinado se transforma en calcita; G. Rose (78) estudió después el fenómeno, demostrando con el cambio de densidad por la acción del calor, la realidad del hecho.

Finalmente, de gran importancia por la rapidez y seguridad que da al ensayo, fué el descubrimiento de la reacción del nitrato de cobalto, por Meigen (66) en 1901, la cual nos permite distinguir en todos los casos, de una manera cierta, el aragonito de la calcita.

Sinonimia y nombres vulgares.—*Torrecicas*, Aragón; *Piedras de Santa Casilda,* Burgos; *Torres, Torrecicas, Chupadores, Colmenicas,* Guadalajara y Soria; *Pilaretes,* Valencia; *Banquetes,* Teruel; *Flos-ferri,* Linneo; *Arragonischer Apatit, Arragonischer Kalkspath,* Werner; *Arragon Spar,* Kirwan; *Excentrischer Kalkstein,* Karsten; *Apatito de los Pirineos,* Haüy; *Carbonato de cal duro,* Bournon; *Iglit, Igloit,* Esmark; *Nadelstein,* Lenz; *Erbsenstein, Faserkalk, Schollenkalk, Sprudelstein, Eisenblüthe, Prismatisches Kalk-Haloid,* Auts. Alms.; *Chimborazite,* Clarke; *Haplotyper Aragon, Tarnowizit,* Breithaupt; *Tarnowicit,* Haidinger; *Mossotite,* Luca; *Oserskit,* Breithaupt.

Descripción.—El Aragonito pertenece al grupo llamado de los carbonatos octorrómbicos o del Aragonito, de cuyo grupo, a más de él, forman parte: la Alstonita o Bromlita (Ca, Ba) CO_3;

la Witerita, $Ba\,CO_3$; la Estroncianita, $Sr\,CO_3$; la Cerusita, $Pb\,CO_3$, y un cierto número de tipos intermedios, que pueden considerarse como simples variedades de los citados.

Cristaliza en la clase bipiramidal octorrómbica, siendo su característica:

ángulo mm = 116° 16′.
b : h :: 1000 : 611,768.
D = 849,280; d = 527,944

la relación áxica establecida por Kokskarov (54):

$$\breve{a} : \bar{b} : \overset{\text{I}}{c} = 0'622444 : 1 : 0'720560.$$

Según los catálogos de Schrauf (81), Lacroix (55), Haüy (40) y Dana (25 bis), y los trabajos posteriores de Traube (87) y Zimanyi (98), las formas hasta ahora conocidas del aragonito, son las siguientes:

Base	p	(001) × (*)
Braquipinacoide	g^1	(010) ×
Macropinacoide	h^1	(100)
Prismas verticales	m	(110) ×
	g^6	(570)
Braquidomos	e^3	(013) ×
	e^2	(012)
	e^1	(011) ×
	$e^3/_4$	(043)
	$e^2/_3$	(032)
	$e^{10}/_{19}$	(0 19 10)
	$e^1/_2$	(0 2 1) ×
	$e^3/_7$	(0 7 3)
	$e^1/_3$	(0 3 1) ×
	$e^7/_{24}$	(0 24 7)
	$e^3/_{11}$	(0 11 3)
	$e^1/_4$	(0 4 1) ×
	$e^3/_{13}$	(0 13 3)
	$e^2/_9$	(0 9 2)
	$e^1/_5$	(0 5 1)
	$e^1/_6$	(0 6 1)

(*) Las formas señaladas con este signo × son las reconocidas en ejemplares españoles.

Braquidomos..................	$e^{2}/_{13}$	(0 13 2)
	$e^{1}/_{7}$	(0 7 1)
	$e^{2}/_{15}$	(0 15 2)
	$e^{1}/_{8}$	(0 8 1)
	$e^{2}/_{17}$	(0 17 2)
	$e^{1}/_{9}$	(0 9 1)
	$e^{1}/_{11}$	(0 11 1)
	$e^{1}/_{12}$	(0 12 1)
	$e^{1}/_{13}$	(0 13 1)
	$e^{1}/_{14}$	(0 14 1)
	$e^{1}/_{16}$	(0 16 1)
	$e^{1}/_{17}$	(0 17 1)
	$e^{1}/_{18}$	(0 18 1) ×
	$e^{1}/_{19}$	(0 19 1)
	$e^{1}/_{20}$	(0 20 1)
	$e^{1}/_{21}$	(0 21 1)
	$e^{2}/_{45}$	(0 45 2)
	$e^{1}/_{24}$	(0 24 1)
	$e^{1}/_{26}$	(0 26 1)
	$e^{1}/_{27}$	(0 27 1)
	$e^{1}/_{29}$	(0 29 1)
	$e^{1}/_{30}$	(0 30 1)
	$e^{1}/_{32}$	(0 32 1)
	$e^{1}/_{35}$	(0 35 1)
	$e^{1}/_{40}$	(0 40 1)
Macrodomos..................	a^{2}	(1 0 2)
	$a^{1}/_{3}$	(3 0 4)
	a^{1}	(1 0 1)
	$a^{1}/_{2}$	(2 0 1)
Pirámides normales.............	b^{2}	(1 1 4)
	b^{1}	(1 1 2)
	$b^{1}/_{2}$	(1 1 1) ×
	$b^{1}/_{3}$	(3 3 2)
	$b^{1}/_{8}$	(4 4 1)
	$b^{1}/_{10}$	(5 5 1)
	$b^{1}/_{12}$	(6 6 1)
	$b^{1}/_{13}$	(13 13 2)
	$b^{1}/_{14}$	(7 7 1)
	$b^{1}/_{16}$	(8 8 1)
	$b^{1}/_{18}$	(9 9 1)
	$b^{1}/_{20}$	(10 10 1)
	$b^{1}/_{24}$	(12 12 1)
	$b^{1}/_{28}$	(14 14 1)
	$b^{1}/_{36}$	(18 18 1) ×

Pirámides normales.		$b^1/_{40}$	(20 20 1)
		$b^1/_{42}$	(21 21 1)
		$b^1/_{45}$	(45 45 2)
		$b^1/_{48}$	(24 24 1)
Braquipirámides.		$b^1/_4\ b^1/_6\ g^1$	(1 5 1)
		$b^1/_2\ b^1/_3\ g^1/_4$	(1 5 8)
	e_2	$= b^1\ b^1/_2\ g^1$	(1 3 2)
		$b^1/_5\ b^1/_9\ g^1/_2$	(3 6 2)
	e_3	$= b^1\ b^1/_3\ g^1$	(1 2 1) ×
		$b^1/_2\ b^1/_6\ g^1$	(2 4 1) ×
		$b^1/_2\ b^1/_6\ g^1/_3$	(2 4 3)
		$b^1\ b^1/_3\ g^1/_2$	(1 2 2)
		$b^1\ b^1/_3\ g^1/_3$	(1 2 3)
		$b^1\ b^1/_3\ g^1/_4$	(1 2 4)
		$b^1\ b^1/_3\ g^1/_5$	(1 2 5)
		$b^1\ b^1/_3\ g^1/_6$	(1 2 6)
	e_5	$= b^1\ b^1/_5\ g^1$	(2 3 1)
	$e^{29}/_5$	$= b^1/_5\ b^1/_{29}\ g^1/_5$	(12 17 5)
	e_6	$= b^1\ b^1/_6\ g^1$	(5 7 2)
	$e^{19}/_3$	$= b^1/_3\ b^1/_{19}\ g^1/_3$	(8 11 3)
	$e^{13}/_2$	$= b^1/_2\ b^1/_{13}\ g^1/_2$	(11 15 4)
	e_7	$= b^1\ b^1/_7\ g^1$	(3 4 1)
		$b^1/_3\ b^1/_{21}\ g^1/_2$	(9 12 2)
	e_{11}	$= b^1\ b^1/_{11}\ g^1$	(5 6 1)
	e_{26}	$= b^1\ b^1/_{26}\ g^1$	(25 27 2)
		$b^1\ b^1/_{23}\ g^1/_{12}$	(25 27 24)
Macropirámides.		$b^1\ b^1/_3\ h^1/_5$	(2 1 5)
		$b^1/_2\ b^1/_6\ h^1/_5$	(4 2 5)

Y algunas caras próximas, pertenecientes a las zonas

[(881) : (011)], [(110) : (011)] y [(110) : (010)]

observadas en ejemplares de Framont (Alsacia).

El valor de los ángulos de las formas españolas más frecuentes es el siguiente:

$m\ m$........	116° 16′	
$m\ g^1$.......	121° 52′	
$e^3\ e^3$.......	153° 0′	sobre p.
$e^3\ g^1$.......	103° 30′	
$e^1\ e^1$.......	108° 28′	sobre p.
$e^1\ g^1$.......	125° 46′	
$e^1\ p$........	144° 16′	
$e^1/_2\ e^1/_2$......	69° 32′	sobre p.
$e^1/_2\ g^1$.......	145° 14′	
$e^1/_2\ p$........	124° 46′	
$e^1/_3\ e^1/_3$......	49° 40′	
$e^1/_3\ g^1$.......	155° 10′	
$e^1/_3\ p$........	114° 49′	
$e^1\ e^1/_2$.......	160° 32′	
$e^1\ e^1/_3$.......	150° 36′	
$b^1/_2\ b^1/_2$.......	72° 28′	
$b^1/_2\ m$........	143° 46′	

$p\ e_3$.......	118° 24′	
$e^1\ e_3$.......	141° 52′	
$e^1\ m$........	107° 58′	
$g^1\ e_3$.......	133° 16′	
$g^1\ b^1/_2$......	115° 12′	
$e_3\ b^1/_2$......	161° 56′	
$e_3\ e_3$.......	93° 28′	sobre a^1
$b^1/_2\ b^1/_2$......	129° 36′	sobre a^1
$e^1\ e^1$........	144° 4′	

Maclas según $\underline{m}$.

$m\ \underline{m}$........	127° 28′
$g^1\ \underline{m}$........	174° 24′
$g^1\ \underline{g^1}$........	116° 16′

Maclas según $\underline{g^2}$.

$m\ \underline{m}$........	168° 48′

Maclas.—Casi siempre el aragonito se presenta maclado, lo más frecuente en maclas múltiples según *m* (110), ya sean caras *m* paralelas como en los aragonitos bacilares o aciculares, o caras *m* diferentes, produciendo las agrupaciones pseudoexagonales de diferentes grados de complicación. Estas pueden estar constituídas por dos cristales (fig. 2), cuatro, cinco o más, y presentar o no ángulos entrantes; estando rellenos los espacios que dejan vacíos, por tener el ángulo *mm* de 63° 44′ en vez de 60°, por cristales suplementarios, generalmente de la misma orientación de uno o de varios de los del grupo (fig. 3). Son muy conocidas las figuras 4 y 5 pertenecientes al Atlas de Schrauf (81), que representan, en perspectiva, esta clase de macla. También pueden

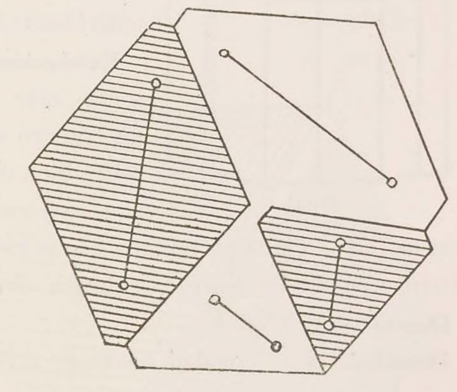


Fig. 2.

estar maclados los cristales, según caras irregulares próximas a g^2 (fig. 6). Y a menudo se encuentran en un mismo grupo contactos más o menos perfectos, debidos a los cristales secundarios, entre dos caras m, una cara m con una g^1, dos caras g^1 o dos de las próximas a g^2. Si bien lo más corriente es que los elementos que los forman estén tan irregularmente compenetrados y entrecruzados, que hagan imposible la determinación de los planos de macla.

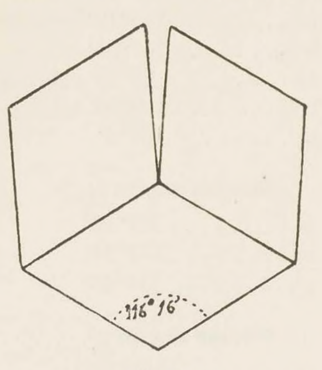


Fig. 3.

Además, nosotros hemos tenido la suerte de señalar la nueva ley de macla que más adelante describiremos al estudiar el yacimiento de Medinaceli; se trata sencillamente de una hemitropia del grupo clásico de tres cristales, según su único plano de simetría y cara posible de notación sencilla (la g^1) de uno de los individuos (fig. 7).

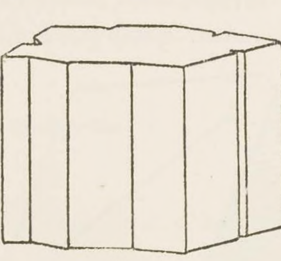


Fig. 4.

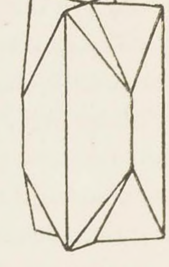


Fig. 5.

Exfoliación. — Presenta este mineral un crucero según g^1 (010), bien distinguible; otro menos, según m (110), y uno poco claro e imperfecto, según e^1 (011). La fractura puede ser concoidal, fibrosa, fibroso-radiada o irregular.

Dureza.—De 3,5 a 4.

Densidad.—La densidad oscila de 2,927 (Biot.) a 2,99 (Dana, en tarnoviztzita).

Coloración y brillo.—Son muy varias las coloraciones del aragonito, pasan de unas a otras con todas las tonalidades intermedias y a veces son distintas en un mismo ejemplar, siendo casi siempre debidas a las arcillas y demás substancias extrañas que

lleva en interposición. Generalmente son: incoloros, grises, de un gris ahumado, negros, rosáceos, rojizos, violáceos, azules o verdosos. El polvo es siempre blanco grisáceo. El brillo es vítreo, resinoso en las superficies de fractura y siempre más vivo que el de la calcita.

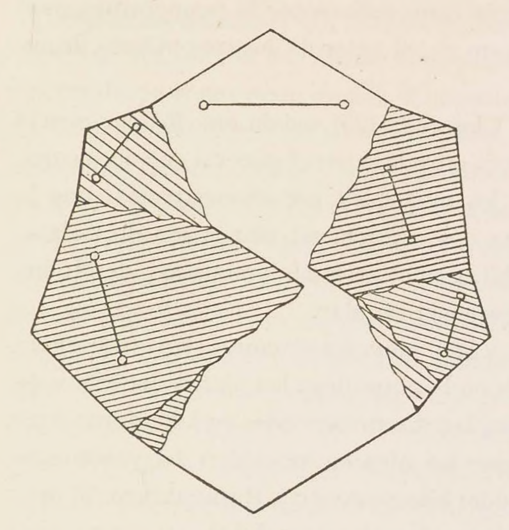


Fig. 6.

Es transparente o con más frecuencia translúcido y aun opaco.

Propiedades ópticas.—El plano de los ejes ópticos es paralelo a h^1 (100) y la bisectriz aguda negativa (n_p) normal a la base p (001). Dispersión débil, siendo $\rho < v$; adquiriendo el máximum, según los experimentos de Offret (73) sobre ejemplares de Bilin, a 0° en los dos espectros N_g y N_m. A Rudberg (80) debemos la medida de los tres índices principales, los cuales, a la temperatura de 18°, para la raya D, son los siguientes, con los valores 2E y 2V deducidos:

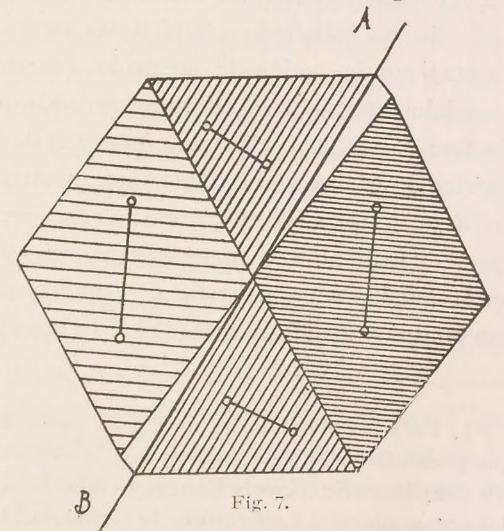


Fig. 7.

$n_g = 1{,}68589$ $n_m = 1{,}68157$ $n_p = 1{,}53013$;
$2E = 30^\circ 54'$ $2V = 18^\circ 11'$; $n_g - n_p = 0'15576$.

La variación que sufren estos índices por la temperatura en el aragonito, es normal; esto es, el valor de los tres índices disminuye al calentar.

Fosforescencia.—Des Cloizeaux (25) señala una fosforescencia verde azulada, débil, pero duradera, en el mineral que nos ocupa, y Calafat (16), entre los minerales por él ensayados, que la poseen anaranjada, cita dos aragonitos; una macla de Calatayud, fosforescencia débil, y unos cristales apuntados, de Molina de Aragón, con fosforescencia regular.

Figuras de corrosión.—Son muy interesantes y se presentan con bastante frecuencia en la naturaleza las figuras de corrosión del aragonito. Los ejemplares representados en las figuras 5 y 6 de la lámina XII (*), que las ofrecen, proceden del yacimiento de Medinaceli. Su estudio hizo sostener a Beckenkamp (2) que, tanto el aragonito como los demás minerales de su grupo, pertenecen, no al sistema rómbico, sino al triclínico; deduciendo además de aquí, uno de los argumentos con que pretendió demostrar el hemimorfismo de todas las especies del grupo. Westhoff (95) ha estudiado también las figuras de corrosión producidas por la acción de un ácido, en agrupaciones formadas esencialmente por tres cristales, procedentes del yacimiento de Bastennes-Gaujacq (Francia), que es el de tipo más parecido al nuestro de Molina; mostrando que, mientras el contorno queda brillante, se forma por el centro una especie de mosaico de partes opacas y brillantes, y que, mientras estas figuras de la parte interior pueden ser simétricas o disimétricas, macropolares (con una punta avanzada, según el eje *b*) o braquipolares (si según *a*),

---

(*) Para la obtención de una gran parte de las microfotografías que presentamos, hemos contado con la valiosa cooperación de nuestro compañero Sr. García Banús, y en las fotografías directas con las del preparador del Laboratorio de Geología D. Francisco Molina.

las del contorno brillante son todas braquipolares e imbricadas las unas sobre las otras.

Composición química.—El aragonito, como la calcita, es carbonato de cal, siendo un caso de dimorfismo, de cuyas particularidades después nos ocuparemos. Encuentra también el análisis con relativa frecuencia en su composición, estroncio al estado de carbonato, en proporciones muy variables, pero nunca superiores a un 7 por 100. Mas rara vez carbonato de plomo y carbonato de zinc (tarnowitzita); del primero ha señalado Herde (43) hasta una proporción de 8,56 por 100, y del segundo, Traube (87), da 1,38 por 100; si bien en las tarnowitzitas típicas el $PbCO_3$ no alcanza más que el 6,64 por 100, siendo más raro el $ZnCO_3$. Han sido también señalados indicios de cobre en ejemplares procedentes de Gerfalco, en Toscana (variedad publicada por Luca (61) con el nombre de Mossotita), y nosotros, gracias al análisis espectral, hemos delatado el magnesio en cantidad indeterminable.

Más adelante daremos la composición centesimal de ejemplares de los más importantes yacimientos españoles.

Ensayos y reacciones.—En el tubo cerrado, al rojo obscuro, decrepita débilmente, se hace opaco y blanco lechoso, transformándose en calcita. Esta transformación que, según Wyrouboff (96), no se lleva a cabo directamente, como creían Klein y MüSgge, sino que va acompañada de la destrucción de la malla ortorrómbica. Se ha creído durante mucho tiempo, siguiendo los resultados de las experiencias de Favre y Silbermann (33), que tenía lugar con desprendimiento de calor ($+ 2^{cal.}$ por 50 gramos de $CaCO_3$); según ha demostrado Le Chatelier (56), el fenómeno es de signo contrario ($- 0,3^{cal.}$). A la llama, los ejemplares que contienen estroncio, dan una coloración más rojiza que la calcita, si bien este carácter es directamente, en general, de muy difícil apreciación, dada la pequeña cantidad de estroncio que en la mayoría de los casos contienen; siendo únicamente de un valor real si contamos con el auxilio de un espectroscopio.

Es soluble con efervescencia en los ácidos, aunque menos rápidamente que la calcita, lo cual es mucho más fácil de apreciar si operamos con los ácidos diluídos. Pero la reacción más importante, por permitirnos con gran rapidez distinguir el aragonito de la calcita, es la debida a Meigen (65), la cual consiste en hacer hervir durante unos minutos el mineral finamente pulverizado, en una solución muy diluída de nitrato de cobalto; en el caso de ser aragonito, el polvo toma una coloración de un *rojo-lila,* debido a precipitarse carbonato básico de cobalto; si fuese calcita, no daría coloración alguna o se produciría una amarilla más o menos verdosa, debida a la presencia de materias orgánicas. Esta reacción, cuyo fundamento científico ha sido muy discutido, la explica Wyrouboff (96) por su teoría sobre la disolución de los cuerpos sólidos, considerando que en el aragonito, cristalizado en un sistema de simetría inferior a la calcita, logra el nitrato de cobalto deshacer la orientación cristalina no llegando en iguales circunstancias a ejercer la misma acción sobre la segunda.

Determinación. — Una vez adquirida por los procedimientos ordinarios la certeza de que el mineral de que se trata es carbonato de cal, las únicas dificultades que restan para determinar el aragonito, como es natural, emanan del polimorfismo de aquella substancia; por esta razón nosotros nos limitaremos a señalar los caracteres de que nos podemos valer para lograr diferenciarlo de la calcita y de la especie creada por Lacroix con el nombre de ctypeita.

En el caso de tratarse de ejemplares cristalizados, ya sean cristales simples o agrupaciones pseudo-exagonales, el aragonito se reconoce rápidamente, bastando en el peor de los casos una simple medida goniométrica. En las masas cristalinas las propiedades ópticas son concluyentes, y si hubiese alguna dificultad para realizarlas, la densidad siempre superior a 2,9, la mayor dureza y la ausencia de exfoliación romboédrica, nos permitirán rápidamente distinguirle de la calcita. En todos los demás casos

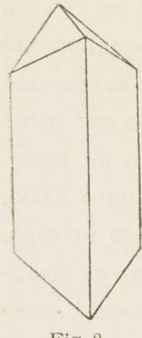
de estructura que pueden presentarse, así como cuando entra en las formaciones de organismos de animales o plantas, la reacción de Meigen, anteriormente estudiada, nos los separa perfectamente.

Con la ctypeita, únicamente se presta a confusión en el caso de tratarse de pisolitas, que es la forma que constantemente ofrece este mineral. La ctypeita es también sensible a la reacción de Meigen; pero se puede diferenciar perfectamente por otras propiedades. Opticamente, por la enorme diferencia de birrefringencia; su índice medio, según Gaubert, es próximo a 1'605, siendo el del aragonito 1'682, y por ser su signo óptico inverso, pues mientras que el del aragonito es negativo, el suyo es positivo. En el tubo cerrado decrepitan ambos; pero el aragonito, como dijimos, lo hace débilmente, y la ctypeita produce violentas detonaciones, que pueden hasta romper el tubo. Finalmente, el polvo de este mineral puesto en contacto con una disolución de fucsina, pasados unos minutos se colorea de rojo obscuro y al cabo de algunas horas llega hasta decolorar completamente la solución, comportándose igualmente que si se tratase de negro animal; esta propiedad, que también la ofrecen algunas arcillas y otros muchos cuerpos cristalizados, no la poseen el aragonito ni la calcita.

Formas y facies.—Los cristales simples de aragonito son de una extrema rareza; de España, en cuantas colecciones hemos tenido ocasión de visitar, no figura ninguno. En su Memoria sobre este mineral, dice Haüy (40) tenerlo representado en su colección por ejemplares que le remitió el Sr. Paraga (Parga), profesor de Mineralogía en Madrid.

Hoy, nuestro Museo Nacional de Ciencias Naturales, posee uno completo (fig. 8), recogido por nosotros (21) en Medinaceli (Soria), y que al tratar del yacimiento se describe; y los que, como el representado en la figura 9 trajimos, constituyendo las drusas de Moratilla. Tratándose de cristales, lo casi constante es que se presente maclado de cualquiera de las maneras estudia-

das, ofreciendo, sin embargo, un sin fin de aspectos, que Lacroix agrupa en los dos tipos siguientes: 1.º Los cristales que presentan una forma acicular, gracias al gran desarrollo que adquieren caras de domos y de pirámides muy agudas, frecuentemente de muy difícil determinación por ser numerosas y próximas, y que casi siempre se presentan maclados, según caras *m* paralelas. Este tipo, muy bien representado en los ejemplares procedentes de Framont (Alsacia), hasta ahora no tiene representación individualizada en los yacimientos españoles. 2.º Maclas según caras *m* diferentes, que originan formas pseudoexagonales y poseen la estructura en lente bicóncava, de que ya nos ocuparemos; este tipo es el de los yacimientos franceses de las Landas y a él pertenecen la mayoría de los españoles.


Fig. 8.

Pero, como ya tendremos ocasión de ver al ocuparnos de cada localidad, son infinitas las asociaciones que presenta el aragonito; desde las formadas por dos grupos de maclas, de las maneras más distintas, hasta las asociaciones de aspecto columnar o piramidal y las llamadas bolas de cristales, ofrece en todos los tamaños todas las variaciones y grados de complicación imaginables. Solamente la enumeración de los procedentes del yacimiento de Moratilla sería interminable.

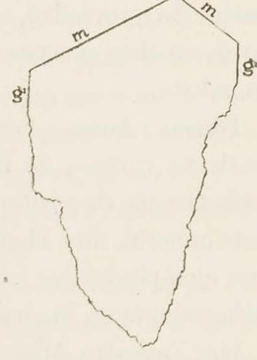


Fig. 9.

En cuanto a las demás variedades de aragonito, han sido consideradas de muy distintas maneras por los mineralogistas que de él se han ocupado, dando de ello una idea la lectura de su sinonimia; nosotros señalaremos los aspectos de mayor importancia y de diferenciación más perfecta con que suele presentarse.

Es relativamente frecuente encontrarlo en formaciones *esta-*

lactíticas y *estalagmíticas,* ofreciendo una estructura compacta o fibrosa. A las estalactitas de Carlsbad les han dado los alemanes el nombre de *Sprudelstein* (piedra de hervidero). De Cueva Grande, Ezcaray (Logroño) existe en nuestro Museo Nacional un trozo de aragonito estalagmítico.

Muy frecuente también es el llamado *coraloideo,* aunque generalmente su aspecto recuerda muy poco al del coral; está formado por grupos de tallos curvos, de un bello color níveo generalmente de gran desarrollo, reunidos y delicadamente entrelazados. Es la variedad muy a menudo conocida por el nombre de *flos-ferri,* que le dió Linneo *(Eisenblüthe,* de los alemanes) por aparecer casi siempre en los yacimientos de compuestos férricos. En la mina «La Begoña», Vizcaya, encontró el Marqués del Socorro preciosos ejemplares de este tipo (figuras 1 y 2 de la lámina II).

Cuando los tallos, en vez de ser curvos son rectos y de muy distinto grosor, toma el conjunto un aspecto de *celosía,* de que es buen ejemplo el trozo existente en las colecciones del Museo y que procede de Galdames (Vizcaya). Tanto en este caso como en el anteriormente señalado, los tallos arrancan de una base que a veces alcanza considerable espesor, del llamado aragonito *en masa* (var. *conjunta* de Haüy), que suele tener una estructura compacta o fibrosa y gran tenacidad.

Son de mucho interés, por presentarse muy a menudo y ofreciendo todas sus variantes, las facies *fibrosas* y *aciculares;* desde ejemplares constituídos por las más delicadas agujas radialmente dispuestas formando verdaderas arborizaciones, como el que guarda el Museo, recogido en Cuevas de Mura (Barcelona), hasta las masas radiales que en esta misma colección hay de Gil de Ras (Caravaca) y de la sierra Alhamilla (Almería).

A veces se presenta en forma de *masas escamosas* de aspecto níveo, generalmente de gran densidad (2,984), consideradas por Widerstadt como una pseudomorfosis del yeso.

También forma *pisolitas,* cuyas zonas de crecimiento son más

o menos regulares y de estructura generalmente fibrosa, con frecuencia cementadas por calcita.

Cuando en la composición del aragonito entra a formar parte el carbonato de plomo, el aragonito es de la variedad llamada *tarnowitzita*, de Tarnowitz (Silesia), donde se encontraron los primeros ejemplares de esta clase; el $Pb\,CO_3$ que contiene, varía desde 0,80 y 0,46 por 100, que determinó Traube en ejemplares procedentes de Tarnowitz; a 8,56 por 100, que señaló Herde en otros del mismo yacimiento. La tarnowitzita típica, según Dana, contiene el 6,64 por 100 de $Pb\,CO_3$, y su peso específico llega hasta 2,99. Hasta ahora en España no tiene representación, si bien, como ya veremos, el análisis espectral nos ha denunciado la presencia del plomo en algunos ejemplares.

La *mossotita*, variedad creada por Luca (61) con individuos recogidos en el lías de Gerfalco, en Toscana, es un aragonito columnar de estructura radiada y de color verdoso. En su composición entra a formar parte el carbonato de estroncio en una proporción aproximada a 7 por 100 y ofrece indicios de cobre. Su peso específico es de 2,884.

Existen además una porción de variedades creadas y de nombres dados por diversos autores al aragonito por accidentes de forma, estructura o asociación con otros minerales, en realidad sin valor alguno por ser referibles a las apuntadas. De entre ellas, como más importantes, citaremos las variedades: *cuneolar cilindroide*, *unitario* y *apotema*, que Haüy crea con las distintas asociaciones pseudoexagonales. La *coconucita*, propuesta por Huot para unas concreciones que depositan las aguas termales de Coconuco (Colombia), constituídas por una agregación de pequeños prismas de aragonito. La *osteocola*, concreción caliza mezclada con arena, depositada en las ramas sumergidas, desapareciendo después la materia orgánica, también es aragonito. Y la *oserskita*, de Breithaupt, procedente de Nerchinsk (Siberia), no es más que un aragonito bacilar.

Formaciones y yacimientos.—El aragonito no llega nunca, como

la calcita, a constituir por sí grandes masas o rocas. Se presenta siempre en individuos aislados de muy distintos tamaños, más o menos abundante, en yacimientos de muy diferente naturaleza, como producto de formaciones acuosas u orgánicas. Lacroix, para el estudio de los aragonitos de Francia y sus colonias, forma los cuatro grupos siguientes, que a nosotros nos servirán para señalar sus condiciones generales de yacimiento:

1.° En las formaciones sedimentarias.

2.° En las fuentes termales.

3.° En los filones metalíferos.

4.° En las rocas eruptivas y metamórficas.

Entre *las formaciones sedimentarias*, las que tienen mayor importancia, sobre todo para nosotros, son las enclavadas en el triásico. Los clásicos yacimientos de Molina, Moratilla, Valencia, etc., pertenecen a esta serie, adquiriendo tal importancia, que se puede decir que el aragonito es uno de los minerales que mejor caracteriza el keuper, al menos en la España central. Se les ha llamado por algunos a estos cristales los fósiles del trías. Se presentan entre las margas y yesos, casi siempre en compañía de abundantes cuarzos hematoideos. De las mismas formaciones son los importantes yacimientos de Dax, Bastennes, Wütemberg y Sicilia.

En el lías de Gerfalco y de San Carlo de Fiume, en Toscana, se encuentran las masas bacilares de mossotita.

También ha sido citado, pero no se tiene la seguridad sea el mineral que nos ocupa, tapizando las caras de fractura de las pizarras silúricas, en formaciones prismáticas, capilares, radiantes, muy bellas, de Montalbán, Teruel (Calderón). En las brechas calizas, también silúricas, de Sierra Nevada, lo encontró von Drasche (27) en vetas de estructura fibrosa y en grupos radiales de agujas.

En los planos de separación de las hullas, en unas minas de los alrededores de Lieja («L'Espérance», San Nicolas) ha sido encontrado por Buttgenbach (15) en láminas, entre otras de

calcita, macladas según *m* y aplastadas según el eje vertical.

Y en forma de concreciones, mezcladas con arena, se encuentra también el aragonito; el cual fué primitivamente depositado sobre ramas de árboles que cayeron en pequeñas corrientes de agua, después se destruyó la materia orgánica, quedando la formación que nos interesa.

En este grupo incluye también Lacroix el aragonito de origen orgánico, o sea el que entra en la constitución del esqueleto de muchos animales, principalmente las conchas de bastantes moluscos. Con esta substancia miss Agnes Kelly (47) quiso crear una especie distinta de carbonato cálcico, a la que dió el nombre de *conchita;* pero los trabajos de R. Brauns (8), ratificados por Vater, muestran que las propiedades físicas de esta substancia son idénticas a la del aragonito, en particular el valor de los ejes ópticos, siendo debidas las diferencias encontradas en el primer momento a las dificultades que para su determinación ofrece la conchita; a más Lacroix, en los otolitos de algunos peces que están constituídos por el mismo mineral, ha observado la existencia de las maclas características del aragonito.

En estas formaciones se presenta con estructuras muy variadas; unas veces son granos irregulares, otras cristales aciculares alargados según el eje vertical, dándole un aspecto fibroso, pero lo más frecuente es la forma lamelar por desarrollo de la base.

Ya hemos dicho que constituye los otolitos de muchos peces; también, adoptando la forma esferolítica, la cáscara de los huevos de algunos reptiles (quelonios y saurios); pero donde adquiere mayor importancia es en el grupo de los moluscos, en el que muchos géneros tienen su concha formada por este mineral. Entre los cefalópodos, los gén. *Nautilus, Sepia, Spirula;* la mayor parte de los gasterópodos, gén. *Helix, Pupa, Bulimus, Cyclostoma, Succinea, Cyprea,* etc.; en otros se presenta asociada con la calcita, como en el gén. *Patella;* en muchos lamelibranquios, *Perna,* etc., siendo aquí también muy frecuente ver su

asociación con la calcita, la que suele constituir la parte exterior de la concha, y aragonito el nácar, como es el caso de los géneros *Pinna, Mitylus, Spondylus, Inoceramus, Unio, Anodonta,* etc.; siendo también de aragonito sólo, las llamadas perlas finas, y de aragonito y calcita fibrosa las perlas de nácar; entre los escafópodos, el gén. *Dentalium* y otros. Forma también el esqueleto de la mayor parte de los celentéreos; salvo el de algunas especies como el *Corallium rubrum* y los *Tubipora,* el de todos los coralarios está constituído por aragonito. Últimamente ha llegado al Museo una alga calcárea procedente de El Médano (Tenerife), que casi, seguramente, pertenece al gén. *Lithothamnion,* cuyo talo es también de aragonito.

Es de notar que, no sólo no se presenta el aragonito como materia fosilizante, sino la extrema rareza con que se presentan fosilizados los esqueletos que estuvieron constituídos por este mineral. Ello es debido a que, dada la facilidad con que en el aragonito se verifica la paramorfosis en calcita, en el proceso de fosilización este fenómeno se realiza siempre, y la calcita que se origina, en vez de conservar la estructura uniforme siguiendo la orientación fibrosa o laminar de aquél, toma una estructura granuda irregular muy poco resistente a la disolución.

En el grupo de las formaciones sedimentarias estudia también Lacroix las estalactíticas y estalagmíticas, y las de diversos aspectos que recubren las grietas de algunas rocas.

En las fuentes termales.—Muy corrientemente en los manantiales termales de aguas bicarbonatadas, se encuentra también el aragonito como producto de formaciones actuales o recientes. A esta categoría pertenece el clásico yacimiento de Carlsbad, donde unas veces se presenta en capas concrecionadas de mayor o menor espesor, recibiendo el nombre de *sprudelstein* (piedra de hervidero), y otras en granos, llamándole entonces *erbsenstein* (piedra de guisantes), que es la *ctypeita* de Lacroix. De análoga naturaleza son las formaciones de Aedepsos, isla de Eubéa, de Wiesbaden, y de la provincia de Costantina. En las tuberías de

conducción de las fuentes termales de Châtelguyon, Puy-de-Dôme, se ha depositado en masas concrecionadas de fibras muy apretadas que alcanzaron a veces hasta 0,10 metros de longitud. En España solamente están citados, por Von Drasche (27), como yacimientos de esta índole, los manantiales calcáreos de Lanjarón, Itrabo y Nerja, que lo depositan formando travertinos y masas concrecionadas.

En los filones metalíferos.—En esta clase de yacimientos se presenta el aragonito ofreciendo las formas más variadas, siendo sin embargo la más genuina, la variedad estudiada con el nombre de coraloide, que debe su sinonimia de *flos-ferri* a aparecer generalmente sobre minerales, sobre todo óxidos, de hierro.

Como localidades más clásicas, fuera de España, de yacimientos de esta índole, citaremos: Joachimsthal, en Bohemia; Herrngrund, de donde proceden cristales transparentes de los más bellos; Iglo, que ofrece ejemplares blancos, grises, verdosos y hasta amarillentos, a los que se refiere la sinonimia de *igloita;* Mito y Hodritsch, en Hungría; Schwatz, en el Tirol, del mismo tipo que los de Iglo; Tarnowitz, en Silesia, la variedad llamada tarnowitzita, en agrupaciones bacilares radiadas, níveas o verdosas; Kamsdorf y Saalfeld, en Turingia, entre las capas de minerales de hierro; Heidelbach y Annaberg, en Sajonia; Hüttenberg, Carintia; mina de Wasiljewski, sobre el Tura, Urales; en las de Ildeschauski, en Siberia; las minas próximas a Vizille, en los Alpes; los importantes yacimientos de Framont y de Sainte Marie aux Mines, en Alsacia, al primero de los cuales se deben interesantísimas agrupaciones aciculares y al segundo coraloideo de muy distintos colores; Arrigas y Malinas, en los Cévennes, concrecionado sobre filones de cuarzo, blenda y esmitsonita; minas de hierro de Escaro, Fillols, Videssos, y las de cobre de Canaveille, en los Pirineos.

En España esta clase de yacimientos, como veremos más adelante, está muy bien representada, siendo además casi seguramente de esta índole la mayoría de los no estudiados y sola-

mente conocidos por los ejemplares aislados que existen en las colecciones.

En las rocas eruptivas.—Aunque menos que la calcita, es relativamente frecuente el aragonito como producto secundario de algunas rocas volcánicas, principalmente *basaltos.* Sobre esta roca se encuentra en Bohemia, en los importantes yacimientos de Horschenez, Rotschen, cerca de Schina; Galgen Berg, cerca de Aussig; Bobschitz, Waltsch, Kolosoruk, Teplitz, etc.; en Giesshübel, Hungría; Weittendorf, Estiria; Kollnitz, Carintia; Oppeln, Silesia; orillas del Rhin, Coubon, Farges, Crouzet, Cheyrac, Rochelimagne, etc., en el Alto Loira; los muy importantes, por la belleza de los ejemplares y su riqueza en caras, de Cantal y Puy-de-Dôme, en la meseta central francesa. En las grietas del *gneis* o de las *pizarras micáceas,* en Charlestown y en Haddan, Connecticut; en las proximidades de Thusis, cantón de Grisons, cerca de Lugano; en la Carintia, Moravia, etcétera. En las *sienitas* de Dresde. Sobre *serpentinas,* en Baumgarten, Silesia; en Hoboken, New-Jersey; en el monte Rosa y en Méjico. Acompañando a las *doleritas,* en Burghein, Lützelberg, Kaisertuhl, Sengelberg y Nassau. En los *amigdaloides* de Montecchio Maggiore, cerca de Vicencia; Gergovia, Auvernia; isla de Disco, Groelandia; valle de Fassa, Tirol. En las *fonolitas* de Marien-Berg, Bohemia, acompañados de caliza apofilita y mesotipa. En las *andesitas* de Cantal, meseta central francesa. Y, por último, en el *leucitofiro* de los cantos erráticos de la Somma, lavas del Vesuvio, del Etna y de Capo di Bove, cerca de Roma.

Son muy escasos en España los yacimientos de esta naturaleza; con seguridad, sólo poseemos dos ejemplares de Canarias sobre basalto y fonolita. Nos ofrecen mucha duda los citados en los basaltos de la serranía de Cuenca, y en cuanto al aragonito de los de la provincia de Ciudad Real, que serían los de mayor importancia, lo considerado hasta ahora como aragonito, no son sino concreciones de calcita.

APÉNDICES

Hemos dejado para tratar como apéndices la particularidad de la estructura en lente bicóncava del aragonito, así como la reseña de los principales experimentos y trabajos que se han hecho para fijar las condiciones de formación o circunstancias físico-químicas, que en su origen determinan este curioso caso de dimorfismo del carbonato de cal, por ser ambas cuestiones de gran interés científico, que en realidad están por resolver.

Estructura en lente bicóncava.—Esta estructura especial, que hasta ahora sólo había sido señalada como accidental en algunos de los ejemplares de aragonito, del tipo generalmente conocido por de Molina-Bastennes, hemos comprobado nosotros se presenta como un carácter general específico de todas las asociaciones del tipo citado, por diversos que sean sus aspectos y proporciones. Se delata esta interesante estructura al partir por un plano en el sentido de su eje principal, una de las indicadas asociaciones. La sección ofrece entonces un aspecto acicular con los cristales agrupados, al parecer, en dos direcciones normales entre sí, de la manera que representa la figura 10; aspecto que, en la mayoría de los casos, se hace más ostensible por la intercalación de arcillas más o menos ferruginosas y láminas de yeso, y que se puede evidenciar mejor sometiendo los ejemplares seccionados a una corriente de agua durante algunas horas. Esta es la curiosa estructura llamada en lente bicóncava, *en sablier,* por los franceses.




Fig. 10.

Desde luego, como ya señaló De Senarmont (83), no es debida, como a primera vista parece, a un entrecruzamiento de crista-

les; por el contrario, todos los que constituyen estos ejemplares están dispuestos, cristalográficamente, de igual manera. Si hacemos una sección de uno de ellos para estudiarla al microscopio, todos sus elementos presentan la orientación óptica corriente, el índice n_p es en todos paralelo al eje vertical de la figura. Las estrías de los sectores verticales siguen los planos de exfoliación g^1 y las horizontales no son esencialmente sino acanaladuras paralelas a la arista pg^1.

Como ya hemos dicho anteriormente, no se ha encontrado explicación satifactoria a las causas que determinan esta estructura; sin embargo, todos los mineralogistas, desde De Senarmont hasta hoy, la creen debida a una falta de homogeneidad en la composición química de los individuos que constituyen estas maclas, basándose en la siguiente experiencia, que ya realizó el citado científico: Colocando ejemplares de esta naturaleza en una mezcla de agua, alcohol y ácido acético; recogiendo de tiempo en tiempo los productos de esta digestión y analizándolos, se observa que la proporción de carbonato de estroncio que en los primeros no es más que de 0,002 por 100, va aumentando sucesivamente, alcanzando en los últimos 0,6 por 100, a la vez que el ejemplar se disgrega completamente en pequeñas agujas. Lacroix cita también, relacionándolo con este hecho, las experiencias de Gaubert (*), que obtuvo estructuras de esta naturaleza haciendo cristalizar una mezcla de nitrato de bario y de plomo en cantidad desigual, mostrando además que la composición química de los dos sectores de orientación, por el aspecto, distinta, es diferente.

Guiados por estos hechos, nosotros hemos realizado el análisis de los dos sectores de un ejemplar de Moratilla que presenta esta estructura, habiendo obtenido los resultados siguientes:

Sector vertical.	1'4457	por 100 de Sr CO^3
» horizontal	1'0705	» »

(*) C. R., CXLIII, 778, 1908.

Dada la importancia de la cuestión, no hemos querido consignar estos resultados sin haber sometido el asunto a la comprobación de los técnicos; para esto remitimos un ejemplar de la misma localidad que el por nosotros estudiado, al laboratorio químico de nuestro Museo Nacional, pidiendo la valoración del estroncio en los dos sectores.

Estas determinaciones han sido realizadas por el inteligente químico Sr. Gila y Esteban, habiendo obtenido, según nos comunica, el siguiente resultado:

Sector vertical..................	1'40 por 100
» horizontal................	1'23 »

Haciendo la salvedad de que la diferencia apuntada está dentro del límite de errores propios al método analítico.

Tras de anotar la observación de que en el sector horizontal es mayor la cantidad de hidratos que se manifiestan al neutralizar con el amoníaco, el mismo Sr. Gila nos da cuenta de haber ensayado también el peso específico por separado en los dos sectores, señalando la siguiente diferencia:

Sector vertical..................	2'82 a 15° C
» horizontal................	2'84 »

No osando por nuestra parte, tratar de sacar conclusión alguna, dada sobre todo la pobreza de los datos que hemos logrado obtener, nos limitamos a su consignación, quedando muy satisfechos, si algún día sirviesen de punto de partida, para el detenido estudio que merece esta importante cuestión.

Condiciones de formación.—Ya dijimos al hacer la historia de la especie, era el problema de sus condiciones de formación, asunto que de preferencia había ocupado a los mineralogistas que de ella han tratado, sin haber logrado encontrar hasta el presente una explicación terminantemente satisfactoria.

También indicábamos cómo el Conde de Bournon (6) suscitó ya la cuestión; creyendo la presencia de un tercer elemento en su composición, aun desconocido, fuese la causa determinante de la

distinta cristalización. Posteriormente se ha tratado de llegar al fondo del asunto estudiando las cristalizaciones artificiales u observando la transformación de una especie en la otra. Como ninguno de los resultados resuelve el problema, llegando por el contrario, a veces, a conclusiones al parecer contradictorias; nosotros que, con tan escasos conocimientos de la físico-química contamos, nos limitaremos a referir escuetamente las dos o tres observaciones experimentales de que tenemos noticia.

Según el Sr. Solano (84), Gustavo Rose estudió las formaciones calizas de las fuentes termales de Carlsbad, observando que, cuando las aguas aciduladas, que contienen en disolución carbonato de cal, se mantienen a una temperatura elevada, el depósito que producen es de *aragonito;* siendo de *calcita* únicamente cuando al verificarse el fenómeno las aguas están ya frías. Esta observación dice que fué comprobada por el mismo autor en los depósitos de Vichy.

En 1900, Foote (35) estudió la estabilidad relativa del aragonito y la calcita por medio de los dos métodos siguientes: 1.°, descomposición de la calcita por el oxalato de potasa, y 2.°, medida de la conductividad de las soluciones de estas dos substancias en el agua saturada de ácido carbónico. El autor de estas dos experiencias saca las siguientes conclusiones: 1.ª, que a la temperatura ordinaria la calcita es más estable que el aragonito; 2.ª que este último se forma cuando la cristalización del carbonato de cal es rápida, produciéndose calcita cuando es suficientemente lenta, y 3.ª, que se puede teóricamente admitir la transformación del aragonito en calcita, pero que el fenómeno es por naturaleza irreversible.

Por otra parte, Warth (92) en 1902, estudió la formación del aragonito en las soluciones acuosas, mostrando que puede formarse, sin la influencia del calor, en las soluciones alcalinas.

W. Meigen (65), en el mismo año, dió cuenta de los estudios hechos sobre la precipitación del carbonato de cal, apuntando los resultados siguientes:

A) De una solución de cloruro de calcio por el carbonato neutro de sodio:

1.° A una baja temperatura se producen cristales de aragonito formando agregados esféricos; en caliente, los cristales son siempre aciculares.

2.° La rapidez de formación del aragonito está en razón directa con la alcalinidad de la solución. Un exceso de cloruro de calcio puede a veces dificultar la cristalización.

3.° Diluyendo en frío se disminuye tanto la acción de un exceso de carbonato sódico como el de cloruro cálcico; en caliente, la formación de aragonito no sufre interrupción.

El aragonito esferolítico obtenido en frío, si se deja en el agua madre, se transforma en calcita en menos de veinticuatro horas. Por el contrario, el aragonito en agujas, obtenido en caliente, es mucho más estable en las mismas condiciones. La transformación es siempre tanto más fácil, cuanto mayor es la proporción de cloruro de calcio que contiene el agua madre.

B) La precipitación por el bicarbonato sódico le ha proporcionado estos otros resultados:

1.° En caliente se produce aragonito en agujas; en frío, mientras más diluída está la solución, mayor es la proporción de calcita.

2.° El aragonito precipitado en frío se transforma en seguida en calcita; el que se ha formado en caliente es tanto menos estable cuanto mayor es la cantidad de cloruro de calcio disuelta en el agua madre.

C) La precipitación por el carbonato amónico de las soluciones concentradas de cloruro cálcico, produce, en frío, aragonito esferolítico, y en caliente, solamente calcita.

En 1904, L. Michel (67), tras de decirnos que Becquerel había conseguido reproducir artificialmente el aragonito calentando en una vasija cerrada a una temperatura próxima a 140° una disolución concentrada de carbonato sódico en presencia del yeso, nos da cuenta del procedimiento siguiente, seguido por él para obtener el mismo fin:

En un sifón de agua de seltz introdujo una cantidad de carbonato cálcico precipitado. Al cabo de algunos meses la mayor parte de esta substancia había sido disuelta. Inmediatamente hizo pasar el contenido del sifón por un filtro y sometió la solución de bicarbonato cálcico a una evaporación muy lenta, a la temperatura ordinaria y presión atmosférica. De este modo logró obtener cristales de aragonito de algunos milímetros de longitud; estos cristales dice que son transparentes, incoloros y presentan las caras p (001), m (110) g^1 (010), y e^1 (011); la densidad es igual a 2,9 y las propiedades ópticas son las de los cristales naturales.

Por lo que se refiere a los demás estudios y observaciones especiales practicadas respecto a la transformación del aragonito en calcita, ya dejamos dicho cuanto conocemos al tratar del fenómeno en la parte general (pág. 19).

II

ANÁLISIS ESPECTRAL

Conocida es la importancia alcanzada en estos últimos años por el análisis espectral, que es hoy el procedimiento que más lejos llega, con mucha diferencia de los demás, en el reconocimiento de los elementos cuando se encuentran en pequeñas proporciones. Ante el interés que esto encierra para la ciencia mineralógica y la escasez de esta clase de investigaciones en los minerales de España, no vacilamos un momento en emprender este trabajo, aunque nuevo para nosotros, cuando amablemente el profesor D. Angel del Campo nos indicó su conveniencia.

Bajo la inmediata dirección del Sr. del Campo hemos adquirido los necesarios conocimientos y práctica, y hemos realizado el análisis de los materiales que interesaban a nuestra cuestión.

Resumen de la técnica operatoria.—En el Laboratorio de Investigaciones Físicas, durante los cursos de 1916, hemos hecho el referido estudio utilizando un gran espectrógrafo, con prisma y lentes de cuarzo, construído por la casa A. Hilger, de Londres. Está compuesto de un tubo colimador, de longitud variable entre 84 y 96 centímetros, a voluntad, por medio de un tornillo cremallera; terminando uno de sus extremos por una ranura de anchura graduable y el otro por una lente de cuarzo. Un prisma de cuarzo susceptible de girar alrededor de su eje. Y una cámara fotográfica en fuelle, con lente también de cuarzo, desplazable a lo largo del arco de 180° en que se apoya; su portachasis tiene un movimiento vertical que permite hacer varias series de fotografías en una misma placa, y otro giratorio sobre sí mismo para dar a ésta la inclinación conveniente.

Todos los movimientos del aparato se verifican sobre líneas graduadas, con lo cual, una vez obtenido el enfoque para cualquier región del espectro, se puede, siempre que se quiera, volver a trabajar en ella sin necesidad de repetir los tanteos de enfocar.

Una placa metálica con cinco o siete orificios en distintos planos horizontales, que resbala ante la ranura, divide su campo en otras tantas regiones, permitiendo obtener series de cinco o siete espectrogramas en cada posición del chasis. Una lente de cuarzo interpuesta entre el foco luminoso y la ranura, proyecta convenientemente la imagen de aquél sobre ésta.

Hemos usado como foco luminoso, por reunir más ventajas que la chispa, el arco eléctrico vertical, saltando entre carbones sin mecha, de unos cinco milímetros de diámetro; de los cuales el positivo, colocado en la parte inferior, lleva en su terminación una cavidad en que se coloca el mineral reducido a polvo. Como espectro de comparación hemos utilizado el del hierro, detalladamente descrito por Fabry y Buisson (13).

Las fotografías de los espectros han sido hechas sobre placas Jougla, malva, con una exposición de 45″, corriente 120 voltios 5 amp., y los carbones separados unos cinco milímetros. Conviniendo obtener imágenes de gran contraste, hemos utilizado en el desarrollo de las placas revelador concentrado.

En los clichés hemos impresionado, junto a cada espectrograma de la muestra a estudiar, uno de hierro, para utilizarlo en el cálculo de las longitudes de onda, y otro de los carbones, para descontar las rayas debidas a sus impurezas.

La lectura del cliché en estas condiciones se realiza con suma facilidad, auxiliándose de un microscopio simple provisto de un retículo que, al accionar sobre un tornillo micrométrico, se desplaza horizontalmente sobre una regla graduada. Se toman como referencia para cada raya de la muestra las dos más próximas del hierro, una de cada lado, prefiriendo las de mayor claridad y longitud de onda rectificada. Basta desplazar el microscopio haciendo coincidir el hilo del retículo con cada una de las tres rayas,

anotando con la mayor precisión que permita el aparato, los espacios recorridos; el que nosotros empleamos alcanza hasta 0,01 milímetros. Estableciendo con la diferencia de longitud de onda de las dos rayas tomadas como referencia y los espacios recorridos una sencilla proporción, se van determinando la de cada una de las del problema que se estudia. Queda solamente ya identificar las líneas encontradas, mediante el uso de las tablas de longitudes de onda e intensidades de los espectros de los cuerpos conocidos. Las empleadas en este trabajo fueron las de Kayser (46).

Nosotros nos ocupamos primero de la región ultravioleta, comprendida entre 4.608 y 3.100 U. A., la cual, en las condiciones operadas, alcanza en la placa una extensión de 78 mm. Como de su estudio no resultase probada de una manera terminante la existencia de algunos cuerpos, como el plomo, nos fué necesario fotografiar también la región 3.100 a 2.354 U. A., desarrollada en 122 mm. de placa. En esta última parte del espectro el cálculo de las longitudes de onda nos ha sido mucho más cómodo y exacto por ser mayor la dispersión.

Muestras estudiadas.—Seis ejemplares del tipo *Molina-Bastennes* de las más clásicas localidades españolas, y uno de la variedad coraloide, han sido sometidos al análisis espectral.

Para preparar las muestras fragmentamos los ejemplares en pequeños trozos, escogiendo los más diáfanos y desprovistos de la arcilla ferruginosa que en su masa suelen llevar interpuesta; los cuales, una vez finamente pulverizados, quedaron ya en disposición de ser depositados en el carbón positivo del arco eléctrico.

Las localidades de procedencia son las siguientes:

Núm. 1. Moratilla (Guadalajara).
» 2. Buñol (Valencia).
» 3. Minglanilla (Cuenca).
» 4. Medinaceli (Soria).
» 5. Nuévalos (Zaragoza).
» 6. Medinaceli (Soria).
» 7. La Begoña (Vizcaya).

Este último no ha sido estudiado más que en la segunda de las regiones del espectro anteriormente citadas.

Resultados obtenidos.—En el cuadro que damos a continuación van correlativamente, por su longitud de onda, todas las rayas identificadas en las diferentes muestras de aragonito ensayadas, con la indicación de la intensidad con que en cada una de ellas han aparecido. Consignamos además la graduación de intensidades apreciadas por Kayser y Runge, o del autor que las haya observado, cuyo nombre en este caso se consigna a continuación de la longitud de onda.

El total de rayas medidas ha sido 116, descontando las del hierro que todas las muestras presentan, debidas, seguramente, como también las del aluminio que consignamos, a las pequeñas partículas de arcilla ferruginosa que, a pesar de la selección, llevasen adheridas los fragmentos pulverizados. También, naturalmente, han sido deducidas las comunes y de igual intensidad del espectrograma de los carbones.

Las intensidades van dadas por letras, que tienen la siguiente interpretación:

MI, muy intensa; I, intensa; RI, regular-intensa; R, regular; RD, regular-débil; D, débil; MD, muy débil; Bd, banda difusa; d, difusa.

Longitudes de ondas Kayser u. Runge.	Intensidades K. u. R.	EJEMPLAR NÚMERO							Elemento correspondiente.
		1	2	3	4	5	6	7	
46 07'52	6 R	MI	I			MI	MI		Sr
45 86'12	10								Ca
81'66	8	MI	MI	MI	MI	MI	MI		Ca
78'82	8								Ca
27'17	6	I	I	I	I	I	I		Ca
44 56'81	4								Ca
56'08	8 R	MI	MI	MI	MI	MI	MI		Ca
54'97	10 R								Ca
38'22	4 u	R	RD			D	MD		Sr
35'86	8 R	MI	MI	MI	MI	MI	MI		Ca
35'13	10 R								Ca
25'61	10 R	MI	MI	MI	MI	MI	MI		Ca
05'7 (Thalén.)	2	D	D	D	D	D	D		Ca
43 61'87	4 u	R	RD			D	MD		Sr
55'41	6 u	I	I	I	I	I	I		Ca
18'80	8 R	I	I	I	I	I	I		Ca
07'91	8 R								Ca
02'68	10 R	MI	MI	MI	MI	MI	MI		Ca
42 99'14	6								Ca
89'51	8 R	I	I	I	I	I	I		Ca
83'16	8 R	I	I	I	I	I	I		Ca
40'58	4	R	R	R	R	R	R		Ca
26'91	10 R	MI	MI	MI	MI	MI	MI		Ca
15'66	6 R	I	I			I	R		Sr
41 67'81	1 u		R						Mg
40 98'82	4 r	R	I	RI	RI	RI	RI		Ca
95'25	2 r	D	D	D	D	D	D		Ca
92'93	2 r	D	D	D	D	D	D		Ca
77'88	6 R	MI	MI			MI	MI		Sr
62'30	3 R	I		I	R				Pb
58'45	2 u		RD						Mg
39 73'89	6 r	I	I	I	I	I	I		Ca
68'63	10 R	MI	MI	MI	MI	MI	MI		Ca
61'68	10 R	I	I	I	I	I	I		Al
57'23	6 r	I	I	I	I	I	I		Ca
49'09	4 r	D	R	R	R	R	R		Ca
44'16	10 R	I	I	I	I	I	I		Al
33'83	10 R	MI	MI	MI	MI	MI	MI		Ca
37 40'10	5 R	MD		R	D				Pb

Longitudes de ondas Kayser u. Runge.	Intensidades K. u. R.	EJEMPLAR NÚMERO 1	2	3	4	5	6	7	Elemento correspondiente.
37'08	4	I	I	I	I	I	I		Ca
06'18	4	I	I	I	I	I	I		Ca
05'88	4 U	D	D			R D	D		Sr
36 83'60	6 R	I	M D	B · d	B · d				Pb
74'4 (Saunders.)		D · d	D d	D · d	D d	D · d	D · d		Ca
44'45	10 R	MI	MI	MI	MI	MI	MI		Ca
39'71	6 R	R	D	R	D				Pb
30'82	8 R	MI	MI	MI	MI	MI	MI		Ca
24'15	8 R	I	I	I	I	I	I		Ca
34 87'76	6 r	R	R	R	R	R	R		Ca
68'68	4 r	R	R	R	R	R	R		Ca
64'58	5	I	I			R	R D		Sr
33 80'89	5	I	I			R	D		Sr
61'92	8 v	MI	MI	MI	MI	MI	MI		Ca
50'22	8 v	MI	MI	MI	MI	MI	MI		Ca
44'49	6 v	I	I	I	I	I	I		Ca
30'15	5	M D	D	D	D	R	R D		Sr
30'08	8 u								Mg
22'32	5	M D	M D			M D	M D		Sr
01'81	5	I	I			R	R		Sr
32 86'26	4 r	R	R	R	R	R	R		Ca
69'31	2 r	D	D	D	D	D	D		Ca
25'74	4 v	I	I	I	I	I	I		Ca
15'15	4 v	R	R	R	R	R	R		Ca
09'68	2 v	R D	R D	R D	R D	R D	R D		Ca
31 81'40	4	I	I	I	I	I	I		Ca
79'45	6	MI	MI	MI	MI	MI	MI		Ca
70'23	1 u	D	D	D	D	D	D		Ca
66'95	1 U	D · d	D · d	D · d	D d	D · d	D · d		Ca
58'98	6	MI	MI	MI	MI	MI	MI		Ca
50'85	2 u	R	R	R	R	R	R		Ca
40'91	2 u	R	R	R	R	R	R		Ca
36'09	1 u	D	D	D	D	D	D		Ca
17'74	1 U	D	D	D	D	D	D		Ca
07'96	1 U	D	D	D	D	D	D		Ca
30 97'06	10 R	M D	R	R	R I	R	R	M D	Mg
93'14	8 R	M D	R D	R D	R	R D	R D		Mg
92'84	10 R	I	I	I	I	I	I	I	Al
91'18	8 R	M D	R D	R D	R	R D	R D	M D	Mg

Longitudes de ondas Kayser u. Runge.	Intensidades K. u. R.	EJEMPLAR NÚMERO							Elemento correspondiente.
		1	2	3	4	5	6	7	
82'27	10 R	I	I	I	I	I	I	I	Al
09'302	3	I	I	I	I	I	I	I	Ca
06'95	4	I	I	I	I	I	I	I	Ca
29 97'47	3	I	I	I	I	I	I	I	Ca
95'06	3	I	I	I	I	I	I	I	Ca
42'21	8 u	M D	R D	R D	R	R D	D	M D	Mg
38'67	6 u		M D	M D	D	M D			Mg
31'98	5	R I	R I			R I	R	R I	Sr
28 73'40	4 R	R D		R	M D				Pb
52'22	10 R	M D	R	R I	I	R I	R I	M D	Mg
33'17	6 R	R I	M D	I	R				Pb
02'80	10 R	R I	R	I	I	R I	R I	M D	Mg
02'09	5 R								Pb
27 95'63	10 R		R	R I	I	R	R	M D	Mg
90'88	4				R D				Mg
81'53	8 R	M D	D	R D	R	R D	R D		Mg
79'94	10 R		R D	R	R I	R	R		Mg
76'80	8 R		D	R D	R	R D	R D		Mg
26 63'26	4 R	R		R	M D				Pb
60'49	10 R	I	I	I	I	I	I	I	Al
52'56	10 R	I	I	I	I	I	I	I	Al
14'26	5 R	R		I	M D				Pb
25 77'35	4 R			M D					Pb
75'20	10 R	I	I	I	I	I	I	I	Al
69'55	3 R	R	R			R I	R	R I	Sr
68'08	10 R	I	I	I	I	I	I	I	Al
65'06 (*)		R	R	R	R	R	R	R	Ca
64'08 (*)		R I	R I	R I	R I	R I	R I	R I	Ca
54'73 (*)		R D	R D	R D	R D	R D	R D	R D	Ca
24 28'16	3 R	R	R D			R I	R I	I	Sr
02'04	4 R			M D					Pb
23 98'66	8 R	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	Ca
93'89	5 R	R D		R					Pb
78'52	6 R	R D	R D	R D	R D	R D	R D	R D	Al
73'23	8 R	R I	R I	R I	R I	R I	R I	R I	Al
72'21	4 R	D	D	D	D	D	D	D	Al
67'16	10 R	I	I	I	I	I	I	I	Al
54'40 (Exner u. H.)	1 R	R	R			I	R	I	Sr

(*) Rayas nuevas.

Como vemos en las tablas anteriores, en la región del espectro estudiada hemos identificado en todas las muestras, las 57 rayas del calcio de intensidades de 1u a 10R registradas por Kayser y Runge; más la 4.405'7, int. 2 de la tabla de Thalén, la 3.674'4 de la de Saunders y las tres nuevas, 2.565'06, 2.564'08 y 2.554'73 con que hemos tenido la suerte de tropezar y de las cuales después nos ocuparemos. Las 4.586'12, 4.581'66 y 4.578'82, por ser tan pequeñas sus diferencias de longitud de onda y tan poca la dispersión alcanzada en esta parte de la región estudiada, se nos han mostrado confundidas en una sola raya de gran intensidad, como hemos tratado de indicar en el cuadro, al agruparlas con una llave. Igualmente ha ocurrido con las 4.456'81, 4.456'08 y 4.454'97; las 4.435'86 y 4.435'13, y las 4.307'91, 4.302'68 y 4.299'14.

De las 14 rayas de intensidad superior a 6 que en la zona estudiada posee el espectro del *aluminio,* se han mostrado, bien distintas y de igual manera en todas las muestras de aragonito ensayadas, 11, y las 2.372'21 de int. 4R.

Como ya hemos indicado, la presencia de este metal carece de interés para el objetivo por nosotros perseguido, toda vez que es debida a las arcillas de interposición que llevan los aragonitos. Parando la atención en él solamente por el interés que pueda encerrar, desde el punto de vista espectral, el consignar queda probado por la presencia de las demás, la pertenencia al espectro del aluminio de las rayas 3.092'84, 3.082'27, 2.660'49, 2.575'20, 2.568'08 y 2.373'23 de longitudes de onda muy próximas o coincidentes de otras del espectro de chispas del calcio, que en alguna ocasión se nos han manifestado en el de arco.

Nada anotaremos respecto al espectro de *hierro* que, como ya dijimos, en todos los casos se ha manifestado, pues ni siquiera las diferencias de intensidades que ha mostrado nos interesan, toda vez que solamente acusan la mayor o menor cantidad de impurezas en los trozos de ejemplares seleccionados, cantidad tan variable, incluso en regiones de un mismo ejemplar.

En cuanto al *magnesio* de las 20 rayas de intensidad superior a 5 con que cuenta en la parte del espectro por nosotros estudiada, solamente hemos identificado 12 en los ejemplares que más; sin embargo, su existencia en ellos no admite lugar a duda por la presencia de series de rayas como las comprendidas entre las 2.852 y 2.775 U. A. Ahora bien, es infinitamente pequeña la cantidad de carbonato magnésico de los aragonitos que lo han acusado, toda vez que, a pesar de los repetidos ensayos llevados a cabo, no hemos conseguido siquiera delatarlo con los recursos del análisis químico. En un primer momento también pensamos fuese debida la presencia del magnesio a las arcillas de interposición; pero la relativamente grande irregularidad con que se ha mostrado en las distintas muestras y que tanto contrasta con la uniformidad de los demás metales a ellas debidos, nos hizo desechar en seguida la idea.

De las muestras estudiadas, la número 4 es la que ha presentado mayores intensidades en las rayas; las de los ejemplares 2, 3, 5 y 6 son, con muy ligeras diferencias, de la misma intensidad, y las del 1 y 7 delatan proporciones insignificantes, aun desde el punto de vista espectrográfico.

El espectro del *plomo* tiene en esta región 12 rayas de intensidad superior a 4; de ellas nosotros hemos identificado claramente 7, a más de otras 5 de intensidades inferiores. Como muestra el cuadro anterior, son los ejemplares correspondientes a los números 1, 3 y 4 los que en mayor proporción lo han acusado; en el número 2 solamente las de intensidad superior se han presentado, pero muy débilmente; en cuanto a los de los números 5, 6 y 7 no han ofrecido ninguna. Réstanos decir solamente respecto al plomo, que del mismo modo que el magnesio, no nos ha sido posible en ningún caso encontrarlo, siquiera como indicios, por la vía química.

También son 12 las rayas de intensidad superior a 4 que tiene el espectro del *estroncio* en la región que nos ocupa; nosotros, en los ejemplares ensayados, hemos logrado señalar 9 de ellas,

más 6 de intensidades inferiores. Menos en las muestras números 3 y 4, que no contienen cantidad alguna de carbonato estróncico, las demás las han presentado relativamente con gran intensidad; las números 1, 2 y 7 las que más, aunque en la última solamente han podido aparecer 4 por no haberse obtenido espectrograma más que de la segunda porción de la región objeto de nuestro estudio; sigue después la núm. 5, e inmediatamente, con muy poca diferencia, la núm. 6.

Rayas nuevas.—Al estudiar los espectrogramas de las distintas muestras de aragonito, encontramos en todos ellos las tres rayas 2.565'06, 2.564'08 y 2.554'73 de intensidad R, RI y RD respectivamente, que no estaban registradas en los espectros de arco y de chispa de ninguno de los elementos que entran en la composición del aragonito. Revisamos los de los cuerpos afines y los de los raros, sin que en ninguno encontrásemos raya alguna de la longitud de onda apuntada. En vista de lo cual y sospechando fuesen rayas hasta ahora no registradas de alguno de los citados elementos, obtuvimos espectros, por separado, de ellos, adquiriendo inmediatamente la certeza de pertenecer al *calcio*. Para llegar a una completa seguridad, aconsejados por el Sr. del Campo, que personalmente rectificó las medidas de longitud de onda, obtuvimos varias series de espectrogramas con muestras de diversas sales de calcio procedentes de distintas casas comerciales, así como de los más limpios ejemplares de espato de Islandia de diferentes localidades del globo; en todos ellos se presentan las rayas con las mismas intensidades relativas. Creemos por lo tanto poder dar sin miedo alguno a equivocarnos, las tres rayas nuevas registradas como pertenecientes al espectro del *calcio*.

Con posterioridad al estudio de que acabamos de dar cuenta, hemos tenido noticia de haber sido la raya 2.564'08 observada también por Huppers y publicada en el *Zeitschrift für Photographische Wissenchaften*, vol. XIII, pág. 46.

III

ESTUDIO DE LOS YACIMIENTOS ESPAÑOLES

Para el estudio de los ejemplares españoles y descripción de sus yacimientos, seguiremos el orden de regiones adoptado por el Sr. Calderón en su ya clásica obra *Los Minerales de España,* que escuetamente define en el siguiente párrafo de su Introducción:

«A partir de Galicia vamos recorriendo el Norte de España hasta el extremo oriental; pasamos después a los antiguos reinos de León y Castilla, y seguimos por Andalucía, y de allí a Murcia y Valencia con las Baleares, terminando en Extremadura y Portugal.»

En este trabajo, Portugal queda fuera de nuestro plan, incluyendo en su lugar la provincia de Canarias por ofrecer cierto interés en el asunto que nos ocupa.

Procuraremos dar idea lo más completa posible, de los yacimientos que hemos tenido ocasión de visitar y recogeremos cuantos datos interesantes podamos de los demás. Nuestro objeto es que queden marcadas claramente las circunstancias en que se presenta, por si algún día fuese material aprovechable en la determinación de sus condiciones de formación.



Región de Santander y León.—En las proximidades de San Vicente de la Barquera, principalmente en el espacio comprendido entre el trozo de playa que media de la fuente de Braña, al frente de la Peña del Zapato, y el brazo de ría que sube a Peña Candil, continuando a lo largo de la carretera a Comillas, exis-

ten unos terrenos constituídos por arcillas abigarradas, dominando el color de heces de vino, y una arenisca deleznable blanca y amarillenta, con hojuelas de mica y lignito, en los que se encuentran ejemplares de *aragonito,* cuarzo y yeso.

Estos materiales fueron en un principio señalados por Gascue (36) como triásicos, a semejanza de los de Carrejo de Santibáñez y Cabezón de la Sal. Posteriormente M. Carez (20) y Quiroga (76), niegan que sean triásicos, considerándolos neocomienses, explicando el Sr. Quiroga su especial aspecto y carencia de fósiles por la acción metamórfica del fenómeno ofítico que allí señala. El Sr. Hernández-Pacheco, que ha estudiado detenidamente esta región, cree son triásicos los materiales que nos ocupan.

En ellos está citado, como ya hemos dicho, el aragonito; pero nosotros no hemos tenido ocasión de ver ningún ejemplar de esta procedencia. Solamente se sabe con certeza que los Sres. Quiroga y Hernández-Pacheco lo recogieron en esta localidad, y que, según Tenne, en la Universidad de Breslau se conservan unas costras blancas de textura radial concéntrica, de cinco centímetros de espesor, procedentes de Comillas.

De la provincia de León, en la colección de la Escuela de Ingenieros de Minas, hay un ejemplar de la variedad coraloidea de un color azulado verdoso, seguramente debido a derivados del cobre. Está etiquetado como de *Villamanín,* ayuntamiento de Rodiezmo, y probablemente habrá sido arrancado de algún filón metalífero.



Provincias Vascongadas.—En Vizcaya, en el gran criadero de hierro de Somorrostro, perteneciente al término de «Tres Concejos», está la mina «La Begoña», de donde proceden los más bellos ejemplares españoles de aragonito coraloideo. Esta mina fué estudiada por el Sr. Solano (84) en 1873, dando cuenta del yacimiento en la siguiente forma, que copiamos, por servir de descripción:

«Al prolongar el acometimiento horizontal de esta mina que, como la mayor parte de las de esta célebre formación, se explota a cielo descubierto como una cantera, pues el mineral se encuentra desde la superficie, se halló hace algunos años una gran caverna de forma groseramente lenticular, cuya mayor altura calculo en cinco o seis metros, y su anchura y profundidad en veinte próximamente. Su suelo muy desigual y resbaladizo por efecto de la grande humedad que sostiene un constante estilicidio, está lleno de grandes grietas y cuarteamientos, y su techo erizado todo él de caprichosos grupos de aragonito coraloideo de color blanco purísimo, que contrasta con el rojo de la hematites que forma la boca de la cueva, y sólo interrumpido por tal cual manchón verde claro, debido al protóxido de hierro hidratado. En algunos parajes alternan con el aragonito estalactitas calizas de forma cónica o conoidea, que si bien contribuyen con la variedad que introducen a la belleza del conjunto, son como todas las que se encuentran en las abundantes cavernas cretáceas del país vascongado y de otras muchas partes, y sólo ofrecen de particular el presentar su formación contigua a la del aragonito. Dichas estalactitas calizas se presentan en posición vertical y su estructura es fibrosa radiante, con las fibras normales al eje. Las ramillas del aragonito, por el contrario, se entrelazan en todos sentidos, habiendo algunas que al parecer se desprendieron por su base, pero quedaron adheridas a otras por la substancia misma que las constituye; su estructura es fibrosa cristalina, pero estas fibras forman un ángulo muy agudo con el eje de las ramillas. Descansa el aragonito coraloideo sobre una gruesa capa de espesor variable, nunca inferior a algunos centímetros, de aragonito fibroso de la variedad *conjunta* de Haüy, cuya tenacidad, unida a la fragilidad suma de las ramas de la anterior variedad, dificulta en gran manera la separación de ejemplares de una mediana magnitud.»

De este aragonito tenemos en el Mus. de Cienc.ˢ Nat. algunos ejemplares, que regaló el Sr. Solano; uno de ellos, el que da más

idea de su aspecto, es el que representan las fots. de la lám. II.

Dentro del mismo tipo, los ejemplares de esta procedencia que hemos tenido ocasión de observar, presentan notables variaciones de unos a otros. No se diferencian solamente en lo que se refiere al distinto calibre de las ramillas y variable grosor de la capa en que se asientan, como ya indicaba el Sr. Solano, sino también en su coloración; mientras unos son de un blanco de nieve, hay trozos de tonos verdosos y aun rosados.

El análisis cuantitativo de estos ejemplares llevado a cabo por el mismo señor, arroja el siguiente resultado:

Carbonato de cal	89'62
» de estroncio	8'01
Agua	2'37
	100'00

Y su peso específico lo fijó en 3'08.

Nosotros hemos hecho el análisis espectral como ya dejamos sentado en el capítulo en que de ello tratamos.

La estructura de las ramitas, como ya indicaba el Sr. Solano, es fibrosa cristalina. Las agujitas que las constituyen están dispuestas alrededor de su parte central o eje ideal, que es un estrecho canalículo, dirigidas hacia su terminación y formando con él un ángulo muy agudo. En una sección longitudinal estudiada entre los nicoles cruzados, se manifiesta, como ya se ve en la microfotografía (fig. 1 de la lámina III), esta disposición radial; permitiendo dar el valor aproximado de 20° al ángulo que las fibras cristalinas forman con el eje ideal de la ramilla que integran.

La figura 1 de la lámina IV es una sección transversal de una de estas ramitas vista con luz polarizada. En ella se observa claramente la sección del conducto central, en cuyas paredes se implantan pequeñísimos cristales, que a veces adquieren un tamaño relativamente considerable, como el que aparece en la sección representada. Su superficie, así como toda la de este tubo central en que están, se muestra delicadamente corroída y con una ligera impregnación de una substancia que nosotros creemos

ferruginosa. Apuntamos con todo detenimiento estas observaciones, por considerarlas de la mayor importancia como datos de gran utilidad para la determinación, al menos de la parte mecánica, del proceso de formación de esta variedad de aragonito. La zona que rodea este conducto central es de un aspecto menos cristalino por su mayor opacidad, y toda la sección da la figura de interferencia propia de los cuerpos uniáxicos, como es corriente en las substancias de naturaleza homogénea y disposición concéntrica.

La superficie del aragonito fibroso sobre que se asienta el coraloideo que nos ocupa, está constituída por apretados grupos radiales de agujas de bastante mayor calibre que las que forman las ramillas del coraloideo, dándole un aspecto cavernoso. Las proporciones de estas agujas cristalinas, en relación con las de los tallos, pueden apreciarse en la microfotografía (figura 2 de la lámina III), hecha con los mismos elementos ópticos que las de éstos (fig. 1 de la misma lámina). Aprisionan a veces entre ellas porciones de calcita como la cogida en la sección que representa la fotografía, y que, aunque ya se destaca bien, marcamos con este × signo.

Próximo a la localidad de que nos acabamos de ocupar está el concejo de *Galdames*, de donde recientemente han enviado al Sr. Mas y Guindal un gran bloque de aragonito, sin indicación alguna de las condiciones de yacimiento. El Sr. Mas, con su peculiar amabilidad, nos ha donado, para la colección del Museo, un trozo de dicho ejemplar. La vecindad del yacimiento con el anteriormente descrito y el estar en parte impregnado de oligisto el representante que poseemos, son datos suficientes para suponer procede de una formación de igual naturaleza que la mina «La Begoña». Su contextura, sin embargo, es bastante diferente; teniendo el bloque unos 30 centímetros de espesor, solamente de dos a cinco centímetros viene a representar la porción constituída por la variedad coraloidea. Sus ramas siguen generalmente una dirección rectilínea sin las curvaturas corrien-

tes del típico *flos-ferri,* presentando con sus entrecruzamientos un aspecto más bien de celosía. La estructura, tanto de la masa básica como de las ramas, tampoco es igual al anteriormente estudiado; una y otra, en vez de acicular, es francamente granudo-cristalina de aspecto sacaroideo. El relativo interés de este ejemplar, por la escasez e incertidumbre de las noticias que de su procedencia tenemos, no nos ha movido a hacer de él un estudio especial óptico y químico, limitándonos a su consignación.

Otro ejemplar de esta región, nos dice el Sr. Calderón en la obra ya citada, que posee la Universidad de Breslau; añadiendo se trata de un ejemplar translúcido, procedente de *Oyarzun* (Guipúzcoa), teñido en parte de verde y cubierto de una costra de cerusita y ocre. También cree el Sr. Calderón, que el aragonito citado por Adán de Yarza en la proximidad de las ofitas de Añana (Álava), debe hallarse concrecionado.



Aragón.—Es el aragonito, como ya dijo el Sr. Calderón (19), uno de los minerales que mejor caracterizan el keuper, al menos en el triásico del centro de España. En sus margas y yesos se encuentran enclavados sus principales yacimientos, ofreciendo, como tendremos ocasión de mostrar, innumerables variaciones dentro del tipo de asociaciones de aspecto exagonal.

Las más importantes localidades estudiadas de esta región están en la estrecha faja triásica que Mallada (62) llama de «Alhama y Monterde», la cual se extiende con una dirección NW.-SE. desde el NE. de Cihuela, provincia de Soria, hasta las proximidades de Used, provincia de Zaragoza, en que queda cubierta por el cuaternario; limitándola al SW. el cretácico y al NE. el silúrico. Casi la totalidad de la faja pertenece al keuper. Nosotros la recorrimos desde Alhama, como ya comunicamos en la nota que de la excursión presentamos a la Real Sociedad Española de Historia Natural (21), siguiendo por su zona de contacto con el cretácico hasta

Nuévalos. En esta porción afloran solamente los niveles superiores al en que suele presentarse el aragonito, constituídos por unas margas irisadas en que dominan los tonos verdes y rojizos, entrecruzadas por vetas de yeso, que dibujan un caprichoso enrejado en las superficies libres, y unas capas encima de areniscas flojas. Ya entre Nuévalos y Monterde, sobre todo en las márgenes del río Ortiz, aparecen las arcillas y margas yesíferas en que se presentan los aragonitos. De esta zona son seguramente todos los ejemplares de las colecciones que tienen como localidad Nuévalos o Monterde.

El primer yacimiento que encontramos nosotros fué en una tierra de labor de la margen derecha del río Ortiz, en el sitio llamado «La Godina», en el Collado del Campo, un kilómetro próximamente al N. de Monterde. Entre estas tierras se encuentran con bastante abundancia grupos exagonales de color rojizo y tamaño mediano; su diámetro (diagonal de la base) oscila de 7 a 40 milímetros. Presentan un gran desarrollo de la base respecto a la altura, guardando aproximadamente la relación de 3 : 1, que les da una apariencia tabular; este dato constituye una característica del yacimiento por ofrecerle la casi totalidad de sus ejemplares. Estos grupos, en la mayoría de los casos, como puede apreciarse en las fotografías 1, 2, 3, 4 y 5 de la lámina V, presentan asociaciones irregulares con otros de igual naturaleza, generalmente sobre la superficie básica del grupo principal. Constituye una excepción el grupo de proporciones típicas que representa, de tamaño natural, la figura número 6 de la misma lámina, también recogida por nosotros en esta localidad.

No lejos del yacimiento anterior, en un colladito que atraviesa el camino de Nuévalos a Monterde, encontramos otro de tipo completamente distinto. Es éste un nivel 40 metros más alto que el de «La Godina», constituído por una capa de yeso de tonos claros, en los que se encuentran empotrados los aragonitos. Estos pueden recogerse también en gran cantidad sueltos en las

inmediaciones, revueltos entre los yesos lenticulares procedentes de la descomposición de la capa originaria.

Es este un yacimiento del mayor interés, pues sus ejemplares son de un tipo, en cuanto a su aspecto, completamente distinto a los hasta ahora conocidos. De un color gris verdoso, estos complejos son, al contrario de los de «La Godina», bacilares y muy alargados; terminando los muchos individuos que al parecer los forman, a muy desigual distancia de la cara básica, generalmente más lejos mientras más superficiales. Quedan, por lo tanto, los extremos muy estrechados y con un aspecto de fuerte corrosión o de verdadero deshilachado. La sección, más bien que exagonal es circular, algo estrellada, y en conjunto, más que prismas exagonales, parecen unos cuerpos cilindroideos de superficie estriada o bacilar (figuras 7, 8, 9, 10, 11 y 12 de la lámina V). A pesar de este aspecto tan distinto del que corrientemente ofrecen las asociaciones del mismo tipo hasta ahora estudiadas, la sección longitudinal de estos individuos muestra, como en todos los demás, la característica estructura en lente bicóncava.

Nosotros no encontramos asociación irregular alguna en las localidades citadas; pero en la colección del Museo de Ciencias Naturales está la muy bonita, representada en la figura 13 de la lámina V, constituída por cinco grupos exagonales, y que, según la etiqueta, procede de Monterde.

En ejemplares de estas localidades hemos hallado los pesos específicos siguientes: Nuévalos, 2'933; «La Godina», 2'937; del collado entre Nuévalos y Monterde, 2'973.

El análisis de un ejemplar del tipo más corriente de Nuévalos nos ha dado estos datos de composición:

Carbonato cálcico	97'9617
» estróncico	1'4616
Agua a 200°	0'0770
Residuo insoluble	0'3254
TOTAL	99'8257

El haber sido señalada la presencia del cobre en unos ejemplares con tonos verdosos de un yacimiento italiano; nos ha movido a investigarle en los ejemplares del tipo especial antes reseñado, habiendo obtenido resultado negativo.

El Sr. Calafat (16), en unos ejemplares con la localidad de Calatayud, ha observado una fosforescencia anaranjada débil.

Ópticamente, en secciones delgadas, los complejos de esta región que, como acabamos de ver, son de tipos tan distintos en su aspecto exterior, ofrecen una notable uniformidad en su contextura cristalina. Todos ellos son excelentes ejemplares del más complicado entrecruzamiento de los tres o cuatro individuos que los integran.

La microfotografía (figura 2 de la lámina IV) es la sección transversal vista con luz polarizada, de un ejemplar de siete milímetros de diámetro del tipo corriente. Como puede apreciarse, son cuatro las orientaciones ópticas principales de sus elementos que, si bien por la periferia consiguen individualizarse un tanto, en la región central es tal su compenetración, que casi llegan a formar un todo homogéneo.

La figura 1 de la lámina VI es de una agrupación de tipo más próximo a las del camino de Nuévalos a Monterde. Muestra claramente su alto grado de complicación, mayor si cabe que la anterior, no estando sin embargo constituída más que por los tres elementos esenciales. También son ellos, de las cuatro orientaciones que se aprecian en su formación, los que constituyen la casi totalidad del pequeño ejemplar de tipo corriente que corresponde a la sección (fig. 2 de la lámina VI).

El ejemplar de esta región, que de todos los estudiados presenta menos mezclados sus individuos, es el de la figura 1 de la lámina VII. Este bonito conjunto está constituído por los tres elementos principales, relativamente bien individualizados, mostrando claramente las líneas de la exfoliación fácil correspondiente a la cara g^1. Estos planos de exfoliación se presentan en casi todos los casos; pero aprovechamos la

ocasión de esta sección en que se muestran tan patentes, para hacerlos notar e identificarlos como los causantes de las acanaladuras y ángulos entrantes de la mayoría de los ejemplares.

Poseemos otra sección de un ejemplar de Nuévalos (*) de unos treinta milímetros de diámetro, cuya región periférica, constituída por cuatro orientaciones principales, muestra un entrecruzamiento del mismo aspecto que el ya citado de la figura 2 de la lámina VI. La región central está ocupada por tres o cuatro individuos irregularmente asociados, como ya claramente se aprecia a simple vista en el ejemplar.

Las secciones de las agrupaciones de aspecto especial del collado entre Nuévalos y Monterde, no presentan, como ya indicamos, ninguna particularidad. Son, como las anteriormente estudiadas, compenetraciones complejas de los tres individuos y a veces alguno más complementario, cuyo aspecto a la luz polarizada es parecido, generalmente, al del segundo de los ejemplares estudiados (fig. 1, lámina VI).

Hay ejemplares de aragonito en el Museo de Ciencias Naturales cuyas etiquetas dicen proceden de Calatayud. También el Sr. Naranjo (71) menciona esta localidad como yacimiento de prismas sencillos. El Sr. Calderón dice no ha podido comprobarlo; nosotros no hemos tenido ocasión de visitarla, pero es muy posible exista en los alrededores de la citada población algún manchón triásico que los presente, aunque en la hoja correspondiente de la Comisión del Mapa Geológico de España no hay ninguno señalado.

Dentro de la región que nos ocupa ha sido también citado el aragonito en prismas capilares radiantes, muy bellos, tapizando las caras de fractura de las pizarras silúricas en *Montalbán*

(*) De la mayor parte de las preparaciones microscópicas que tenemos, no presentamos fotografía, ya por ser tipos repetidos, o más generalmente por no alcanzar los elementos ópticos de que disponemos.

(Teruel). El Sr. Calderón hace la salvedad de si no se tratará de un caso más en que se considera como aragonito ciertas variedades de calcita fibrosa.

*
* *

Cataluña.—Son muy escasos los datos que se tienen de yacimientos catalanes de aragonito. De la provincia de Gerona solamente existe, en la colección del Museo de Ciencias Naturales, un ejemplar con la vaga indicación de Gerona por localidad. Se trata de una pequeña porción de aragonito coraloideo de ramitas muy tenues, sobre una capa fibrosa de unos dos centímetros de espesor; tanto las ramitas como la porción sobre que se asientan, son de un blanco mate y limpio. También en esta provincia fueron señaladas como aragonito las formaciones blancas secundarias de sus basaltos; pero ya el Sr. Calderón dejó sentado que estas formaciones son de calcita.

En la provincia de BARCELONA el P. Faura y Sans (31) ha recogido unas preciosas formaciones de aragonito acicular entre las columnas de calcita de las *Cuevas de Mura (Baumes de Mura),* observando que se forma en los sitios más húmedos y que se presenta con gran profusión. Nuestro Museo de Ciencias Naturales posee algunos de estos ejemplares donados por el P. Faura. Se trata de unas delicadísimas formaciones, en conjunto de un aspecto ramoso, constituídas por finísimas agujas, muchas sólo visibles con el auxilio de la lente, dispuestas en pequeños manojos radiales, caprichosamente insertos sobre el tallo central en la dirección de su extremo libre. Son, seguramente, prismas alargados, terminados por agudas caras de pirámide, hasta ahora de imposible determinación. Estas agujas son transparentes, en conjunto, de un blanco puro; tienen los tallos un ligero tinte rosado, y tanto éstos como aquéllas, tienen todas las superficies que miran hacia la parte por donde estaba inserto en su yacimiento, teñidas por una substancia negruzca mate, como si procediese de emana-

ciones del muro o roca sobre que estas formaciones se encuentran, y ellas hubiesen actuado de condensador. El peso específico de este aragonito nos ha resultado ser 2'984.

También en la provincia de Barcelona, en el helveciense de *San Sadurní de Noya,* fué durante mucho tiempo señalado un aragonito, hasta que el P. Faura (32) lo dió a estudiar al señor Calderón, quedando demostrado no ser sino una calcita fibrosa, de la variedad que Haüy llamó *fibro-sedosa.*

También en el triásico de la provincia de TARRAGONA ha sido citado el aragonito por Naranjo y Garza (71), en la *Ermita de la Providencia, de Tortosa,* y en otros pueblos de la provincia que no especifica.

*
* *

Castilla.—En las manchas triásicas de las provincias de Burgos, Guadalajara, Cuenca y Soria, están los mejores y más clásicos yacimientos de aragonito, los primeros que se conocieron y los que aun hoy siguen suministrándonos ejemplares en mayores cantidades.

A las provincias de BURGOS y Logroño pertenece la estrecha y sinuosa fajita traiásica que bordea la región paleozoica que forma las sierras de la Demanda, de San Lorenzo y de Castejón, y picos de Urbión. A ella y a las dos manchitas pertenecientes al partido de Bribiesca, al N. de Burgos, corresponden las localidades citadas de aragonito en esta provincia; al gran manchón cretácico del N. de la misma también pertenecen dos citas, como a continuación veremos.

Son bastante incompletos, prestándose a gran confusión los datos que, referentes al mineral que nos ocupa, poseemos de esta región; gracias a la amabilidad del Sr. López de Zuazo podemos ofrecer algunas aclaraciones y la noticia de un nuevo yacimiento de la variedad coraloide.

Es clásica la localidad de la *Ermita de Santa Casilda,* donde se recogían desde antiguo con la denominación de *piedras de Santa Casilda,* teniéndolas en gran estima por atribuirlas la virtud de hacer fecundas a las mujeres (Calderón) y ser un eficaz contentivo de los flujos menstruales excesivos. Esta ermita, así como *El Cabezo* y *Salinillas de Bureba,* que con referencia al Instituto de Burgos nos da el Sr. Calderón, son unos cerros que bordean el valle de Santa Casilda, pertenecientes al término municipal de Salinillas de Bureba; están enclavados en el manchoncito triásico mayor y más próximo a Bribiesca. De este valle de Santa Casilda es el único ejemplar de la provincia que posee nuestro Museo Nacional; se trata de una asociación de grupos miméticos sobre un yeso, del mismo tipo y color rojo subido que los procedentes de Sigüenza, de que más adelante hablaremos.

Naranjo (71) cita como localidades *Salgüero de Juarros* y los *montes de Ubierna,* la primera de las cuales está en el principio de la fajita triásica que bordea el gran macizo montañoso a que anteriormente hicimos referencia, al E. de Burgos; en cuanto a los montes de Ubierna, están enclavados en el cretácico, al N. de la citada capital.

Pero la más importante de las noticias de los aragonitos de la región, es la recogida por el Sr. Calderón, de existir en la colección de la Escuela de Minas de Madrid unos cristales sencillos del mineral que nos ocupa; dice: «Son ligeramente amarillos y miden hasta 2 cm. Están aplastados según $\infty P \breve{\infty}$ (010) y alargados en la dirección del eje *c,* teniendo las combinaciones $\infty P \breve{\infty}$ (010) alargadas, ∞P (110) y $P \breve{\infty}$ (011), con otras caras no determinadas. Como inclusiones aparecen en estos cristales pequeños individuos de pirita muy bien conformados», y proceden de la *sierra de Burgos.* Nosotros, en las visitas realizadas a la citada colección no hemos logrado ver los ejemplares de referencia. Por otra parte, el Sr. L. de Zuazo nos comunica haber realizado una excursión a *Barbadillo de Herreros,* en la *sierra de la Demanda* o *de Burgos,* que parece ser la localidad exacta a

que se referían los cristales sencillos de que nos ocupamos, sin haber encontrado ni obtenido razón alguna de ellos.

Sí podemos ofrecer, como ya anunciamos en un principio, la noticia de existir en la colección del Instituto de Burgos dos ejemplares de aragonito coraloideo procedentes de *los Ordejones*, que son: *San Martín de Ordejón de abajo* y *San Juan de Ordejón de arriba*, localidades pertenecientes al partido de Villadiego, enclavadas en el cretácico.

De la provincia de LOGROÑO únicamente tenemos la existencia, en el Museo Nacional de Ciencias Naturales, de un trozo de estalagmita de aragonito, con la localidad de *Cueva Grande, Ezcaray;* es un ejemplar blanco lechoso con la estructura propia de la formación.

Es en la provincia de GUADALAJARA donde están los más importantes yacimientos de aragonito. Molina de Aragón es, por decirlo así, la patria clásica de este mineral; a esta localidad debe su nombre, de ella salieron, no sólo los primeros ejemplares en que se estudió y constituyó esta especie, sino todos los que, durante mucho tiempo, fueron su única representación en los principales Museos de Europa. Pero no es importante solamente desde el punto de vista histórico este yacimiento, sino que, por su abundancia y riqueza de formas, es también de los primeros. De él proceden en mayor cantidad que de ningún otro, interesantes formas y variaciones del tipo de asociaciones de aspecto exagonal que personifica.

Se presentan, según el Sr. Mallada (62), los tres tramos del triásico en esta provincia; como siempre, es entre las margas irisadas del superior, donde más o menos acompañado de cuarzos hematoideos y yesos del más variado aspecto, se encuentran los aragonitos, sueltos o empotrados en este último. El yacimiento de Molina ya dijimos (pág. 9) que antes que nadie lo señaló el P. Torrubia (86), al mismo tiempo que, también por primera vez,

se hacía referencia al mineral que nos ocupa. Pero Bowles (7) fué el primero que lo describió en las líneas que a continuación copiaremos, y que, gracias a la gran difusión que alcanzaron, le ha valido el ser considerado por casi todos los mineralogistas como descubridor de la especie:

«A media legua de Molina está una colina, a la orilla meridional del río, en cuya cima hay peñascos de mármol en trozos, que descansan sobre bancales de hieso en capas roxas y blancas: y debaxo, al plano del río, se ven grandes bancos de piedra arenisca, roxa toda ella, sembrada de cuarzos redondeados roxos y blancos, ramificados y semejantes al verdadero *libidar* oriental. Toda la inclinación de la colina está cultivada; y se ve claramente que la tierra roxiza que se labra es el hieso degenerado en tierra de cal. Removiendo esta tierra se hallan muchas columnas de cristales de seis caras iguales, y las dos puntas perfectamente chatas como las esmeraldas del Perú. Las hay de una pulgada de largo, son calizas. . . . .

. . . .

La piedra arenisca se descompone también, y su arena muda enteramente de naturaleza, volviéndose una verdadera tierra arcillosa, grasa y roxiza, tan fina que puede emplearse en pintar de miniatura».

Esta interesante descripción de la localidad, en perfecta consonancia con los conocimientos de la época en que fué escrita, muestra en el corte producido por la erosión del río Gallo, el afloramiento del keuper, en cuyas margas y yesos ya hemos dicho se suele encontrar el aragonito, limitado inferiormente por los materiales del muschelkalk, y cubierto por las calizas dolomíticas y brechas del infraliásico, según ha mostrado en su estudio de la meseta de Molina el Sr. Calderón. A toda la extensión del afloramiento en el desarrollo del citado valle, y no a un solo punto, deben referirse los ejemplares que estudiemos de Molina.

Estas asociaciones, de aspecto prismático exagonal, formadas por individuos rómbicos maclados y compenetrados de las mane-

ras que vamos viendo, y que con el Sr. Fernández Navarro consideramos como verdaderos casos de *mimesia* (34), son las que, aunque las más comunes en la mayoría de los yacimientos españoles, se conocen generalmente con el nombre de *tipo Molina-Bastennes*. La fig. 1 de la lámina IX es la fotografía, al tamaño natural, de uno de los individuos más típicos de esta forma; en el que además, por transparencia, se delata claramente la estructura en lente bicóncava, característica de todos ellos, gracias a las arcillas y materias extrañas que ya dijimos se acumulan constantemente en el sector que llamamos central u horizontal, y que se ve hasta en la reproducción fotográfica.

La mayoría de los ejemplares de Molina presentan el color rojizo característico; también los hemos visto completamente limpios y transparentes; de un pálido color rosado hay en el Museo de Cienc. Nat. unas preciosas drusas de cristales aciculares sobre un cuarzo filoniano, y de un gris muy obscuro, casi completamente negro, hay también en el Museo una masa formada por un sin fin de pequeñas asociaciones exagonales entre sí compenetradas.

En ejemplares de la localidad que estudiamos, hemos obtenido las densidades de 2'794 y 2'837. Análisis cuantitativos también poseemos dos, el primero nos lo da Breithaupt (9) ejecutado por Stromeier con el siguiente resultado:

Carbonato de cal	94'575
» de estroncio	3'966
Oxidrato de hierro, arena y yeso	0'707
Agua	0'300
	99'548

Y al Sr. Llord y Gamboa (60) es debido este otro:

Carbonato cálcico	97'357384
» estróncico	1'609282
Materias extrañas	0'000480
Agua interpuesta	0'080000
Pérdida	0'952854
	100'000000

Cristalográficamente también són de los ejemplares españoles los de Molina los que, casi exclusivamente, han sido obje-

to de estudio en todos los trabajos que al aragonito se refieren.

Ya Naumann (72) presenta en su Cristalografía la bonita macla de Molina que reproducimos en la fig. 11, formada por cuatro individuos que se combinan sucesivamente según caras *m* (110) de distinta naturaleza. Esta forma también dice poseerla Schrauf (81) de Molina; tiene además muy bien desarrollado el braquidomo $e^{1/4}$ (041).

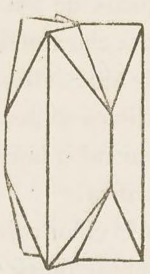


Fig. 11.

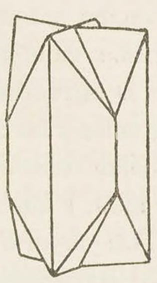


Fig. 12.

La fig. 12 es otra forma también estudiada por Schrauf, de tipo muy parecido a la anterior, sino que solamente constituída por los tres individuos principales; dos de los cuales están maclados según *m*, sobre dos caras contiguas del otro, que además se desarrolla al lado opuesto para cerrar el conjunto. También llevan estos elementos las caras $e^{1/4}$ (041).

La fig. 3 de la lámina IX, es la fotografía de un grupo igual al descrito, perteneciente a la colección de cristales del Mus. Nac. de Cienc. Nat.

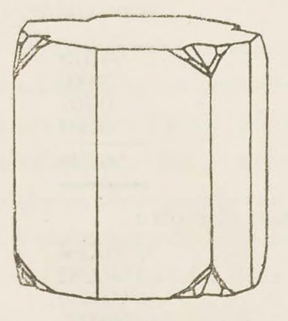


Fig. 13.

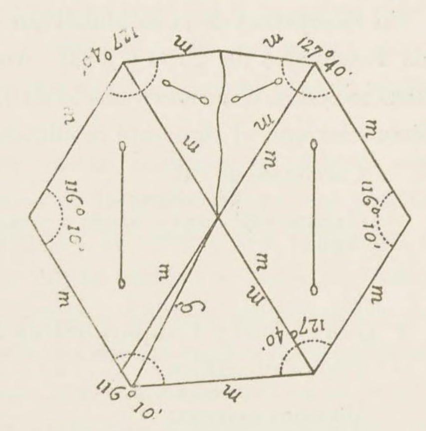


Fig. 14.

De Des Cloizeaux (25) es la agrupación de la fig. 13, que Schrauf llama macla por yuxtaposición, constituída, como con mayor claridad se ve en el esquema de la fig. 14, por tres indi-

viduos. Uno de ellos, doblemente desarrollado, se combina por caras *m* (110) con los otros dos, unidos a su vez entre sí, en el lado que se presentan juntos, por un plano sinuoso próximo a g^2, dando el ángulo saliente de 168°48′; en la parte opuesta sólo se duplica uno de ellos, unido al primero por otra cara *m* y dando al relleno una g^1 (010). Presenta también esta asociación la base *p* (001), el braquidomo $e^{1/2}$ (021) y las braquipirámides e_3 (121) y $b^{1/2} b^{1/6} g^1$ (241).

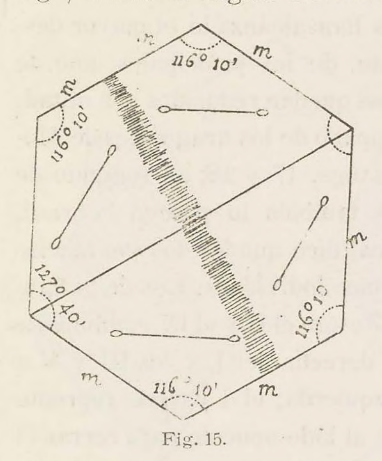


Fig. 15.

Esta descripción que acabamos de redactar, es la interpretación que Des Cloizeaux indica en el esquema de referencia. Por nuestra cuenta, creemos que el ejemplar de Molina que el ilustre mineralogista dejó así registrado, no es sino un caso de la hemitropia del grupo clásico de la especie, que nosotros hemos tenido la suerte de señalar en las agrupaciones de Medinaceli, ya indicadas al hablar de las maclas en general (pág. 16), y que, al ocuparnos del yacimiento, estudiaremos con más extensión.

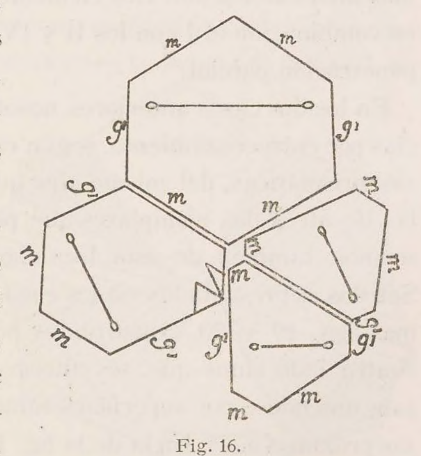
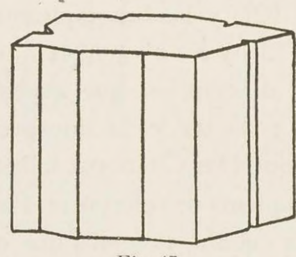


Fig. 16.

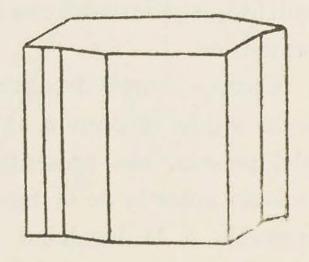
Como ejemplo de agrupación según el ángulo agudo del prisma, nos presenta el mismo autor la de la fig. 15, referida a la localidad que ahora nos ocupa, y que parece ser un caso de entrecruzamiento con sólo dos orientaciones. En cuanto a la representada en la fig. 16 y que nos da como agrupación según el ángulo

obtuso, creemos, seguramente, no es sino un ejemplar incompletamente estudiado, de igual naturaleza al que nosotros describiremos al ocuparnos del yacimiento de Minglanilla (Cuenca) y al cual se refieren las figs. 29 y 30; esto es, un grupo en que dos de los individuos secundarios han alcanzado el mayor desarrollo, a expensas, naturalmente, de los principales; uno de ellos desaparece casi y los otros dos quedan reducidos a la mitad.

También Leydolt (58) se ha ocupado de los aragonitos de Molina, suyos son los grupos de las figs. 17 y 18; el segundo de ellos también lo poseyó Schrauf, el cual dice que los dos son maclas de cinco individuos. Los de la figura 17 están el II y el IV combinados a la derecha del I, y los III y V a la izquierda; el I parece reproducirse al ládo opuesto para cerrar el conjunto. A más de las caras *m* (110) y *p* (001) algunos de los individuos de este grupo presentan desarrollada la g^1 (010), que, como ya sabemos, es la dirección de más fácil exfoliación. Los elementos del de la fig. 18 dicen están en combinación el I con los II y IV, y los III y V maclados con penetración parcial.


Fig. 17.

En los dos casos anteriores nosotros creemos se trata de maclas por entrecruzamiento, según caras prismáticas, del mismo tipo que las de otros dos ejemplares que poseemos, también de esta localidad. Son los representados en los esquemas figs. 19 y 20, constituídos por cuatro individuos que se entrecruzan, uniéndose por superficies sinuosas próximas a g^2. En la de la fig. 19 domina la materia de dos de ellos y todos los planos de macla son los próximos a g^2 ya señalados; más por igual se reparten el es-


Fig. 18.

pacio los de la fig. 20, también combinados por la irregular superficie próxima a g^2, menos los dos que se unen por un plano limpio g^1.

Según su marbete, también es de Molina la interesante agrupación de la fig. 2 de la lámina IX, perteneciente a la colección del Museo de Ciencias Naturales. Por ser ejemplar único no hemos podido hacer una sección delgada para estudiarla al microscopio, pero por la observación de sus planos de unión y de los ángulos acusados en las superficies interna y externa, creemos haber logrado interpretar con exactitud su constitución cristalográfica, conforme representamos en la sección de la fig. 21. Se trata, por lo tanto, de una macla por yuxtaposición, que podríamos llamar *anular*, de tipo, que sepamos, no señalado hasta ahora en el aragonito, integrada por individuos que cierran perfectamente un contorno exagonal, cuyo interior está ocupado por una asociación irregular de la misma

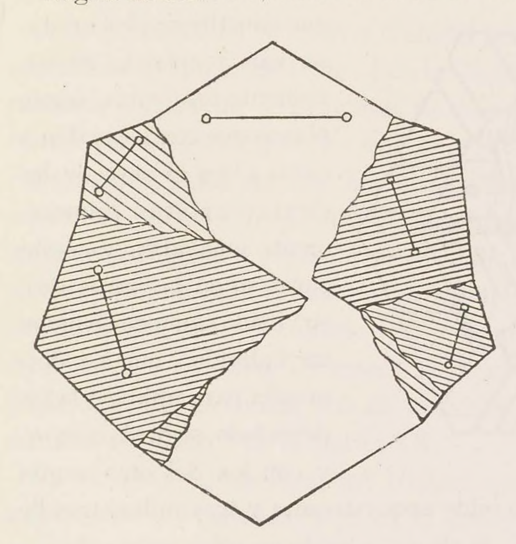


Fig. 19.

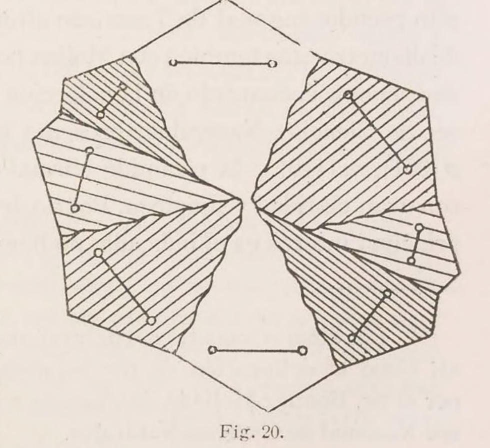


Fig. 20.

substancia mineralógica. Cuatro de las aristas de este conjunto prismático exagonal son las de 116°16′ del cristal rómbico que las ocupa, y las otras dos son el ángulo $m\,\underline{m}$ de 127°28′ de los dos cristales maclados que a cada una forman. Sobre estos cristales que constituyen las aristas se van acoplando sucesivamente los demás, según planos que corresponden a caras g^1 en el caso de las cuatro aristas primeramente señaladas, y según caras m en las otras dos; sirviendo siempre de unión un individuo que se desarrolla para unirse con los de un lado, según la cara m, y con los del otro según la g^1. Todo el conjunto mide unos cuarenta y tres milímetros de mayor diámetro por 26 de altura, y es de un color grisáceo.

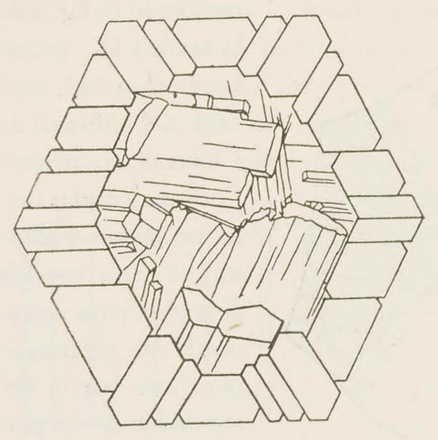


Fig. 21.

El interés de ser la primera forma hemimórfica señalada del aragonito, al menos de los ejemplares españoles, tiene la dibujada en la fig. 22 (*). Es un grupito pseudoexagonal de 7 mm. de altura por 5 de diámetro, que también con Molina por localidad, hemos encontrado en la colección del Museo de Ciencias Naturales; presenta las caras $p\,(00\bar{1})$, $m\,(110)$ y la pirámide normal $b^{1/2}\,(111)$ con gran claridad y limpieza. Por no destrozar el ejemplar, cuyo principal interés es el indicado, no hemos hecho preparación mi-

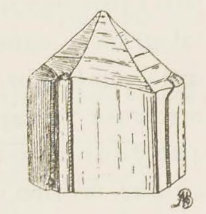


Fig. 22.

(*) Los dibujos tomados del natural que aparecen en este trabajo, así como la delineación de los esquemas originales, están hechos por el Sr. Benítez Mellado, inteligente colaborador artístico del Museo Nacional de Ciencias Naturales.

crográfica, presumiendo sin embargo, por los ángulos que presenta, está constituído por tres individuos; es incoloro, transparente, estando sus acanaladuras impregnadas por arenillas rojizas (*).

A la colección del Sr. Mas y Guindal pertenece la muy bonita asociación irregular de la fig. 4 de la lámina IX, la cual es seguramente el ejemplar de aragonito de mayor limpieza y transparencia de todos los españoles que hemos tenido ocasión de ver, exceptuando, naturalmente, las formaciones de delicadas agujas cristalinas. Como claramente muestra la fotografía, se trata de un grupo exagonal dominante de 40 milímetros de largo por 10 de diámetro, en cuya región media se implantan divergentes numerosísimos grupos del mismo tipo y de muy distintos tamaños. Al mismo coleccionista pertenece la magnífica muestra de aragonito implantado en una veta de yeso blanco fibroso, que reproducimos en la fig. 5 de la lámina IX.

En el mismo gran manchón triásico que Molina, uno de los mayores de la Península, y ya en la proximidad de su contacto con el cretácico, se halla el importante yacimiento de *Moratilla*. Está separado del resto de la mancha por una banda de gonfolitas terciarias, no marcada en los mapas geológicos y que encontramos en nuestra excursión, de unos 300 metros de anchura, por la parte que atraviesa la línea del ferrocarril. Entre esta banda y el cretácico se extiende el pequeño valle triásico del Henares, en el que está enclavado este yacimiento. Es uno de los más ricos, si no el que más, de la Península, por la extraordinaria abundan-

(*) Con posterioridad al estudio a que se refieren estas líneas, hemos tenido ocasión de ver dos ejemplares más, también de Molina, que presentan el mismo fenómeno, siendo su aspecto, coloración, tamaño, etc., iguales al descrito; con los mismos caracteres y muy ligeras diferencias en el tamaño y proporciones, hemos visto igualmente otra docena de ellos guardados en un tubo, sin localidad, pero que casi seguramente tendrán la misma procedencia. Todos pertenecen a la colección de la Universidad Central.

cia con que en un espacio relativamente pequeño, se presentan, no ya solamente grupos exagonales de los más distintos tamaños, sino las más varias asociaciones irregulares. Está situado frente al pueblecillo de Moratilla de Henares, al otro lado de la vía, junto a la casilla del paso a nivel, y le constituyen un pequeño cerro coronado por las ruinas de un palomar, y otro mayor que se le une mediante un colladito situado al N. del primero. En las tierras de labor de los alrededores, y entre las margas cruzadas por vetas de yeso rojo e incoloro, en zonas que a veces alternan de manera caprichosa, se encuentran los ejemplares de aragonito de esta localidad, acompañados de cuarzos hematoideos muy perfectos y de tamaño relativamente considerable, sueltos o agrupados en riñones y en bolas. Es sin embargo de notar, que aquí no se encuentran los cristales de cuarzo y aragonito en tan estrechas relaciones de yacimiento como en otras localidades, en las que aparecen a veces hasta implantados los primeros sobre los otros; en la formación de Moratilla, nos referimos, naturalmente, a los casos en que aún no han sido disgregados, unas porciones de la marga cementan exclusivamente aragonitos y otras cuarzos.

Los ejemplares de esta localidad pueden referirse a dos aspectos bien distintos: los grupos prismáticos exagonales del tipo corriente, y las masas y asociaciones irregulares, que son las que aquí encierran mayor interés.

Los grupos pseudoexagonales, si bien en algún caso de un color gris claro, presentan generalmente el rojo característico de los materiales ferruginosos que en su masa llevan interpuestos. Recogimos representantes de todos los tamaños, desde los que sólo alcanzan cuatro o cinco milímetros de longitud por dos o tres de diámetro, hasta los que, llegando a 65 por 35 mm., y 50 por 50, constituyen de los de mayor tamaño conocido de la especie.

Por ser la misma formación de Molina, no hemos verificado el

análisis químico en ningún ejemplar de este yacimiento, habiéndonos limitado a probar si era determinable el plomo que nos acusó el análisis espectral, obteniendo un resultado negativo. Sí hemos hecho el estudio espectral a que acabamos de hacer referencia, como dejamos sentado en el capítulo que a él dedicamos.

El peso específico de un ejemplar que hemos determinado es de 2'826.

La más interesante de las secciones delgadas que poseemos de estos grupos, es la de uno rojizo de 12 mm. de diámetro máximo, acanalado en el sentido de su longitud y fuertemente corroído por sus extremos. Muestra estar constituído por cuatro individuos entrecruzados con el grado de complicación de que da idea la microfotografía parcial que reproducimos (fig. 1 de la lámina VIII). En la imposibilidad de obtener una fotografía del conjunto presentamos el dibujo (fig. 2 de la lámina VIII) de esta interesante sección. Los materiales señalados con los números del 1 al 3 son los elementos principales constitutivos de la agrupación, los del 4 son de un individuo complementario, la porción diferenciada marcada con el número 5, es un cristal también de aragonito, enclavado irregularmente en el grupo, y que ha sido seccionado paralelamente a su eje principal. Pero lo más interesante de la asociación es el tener incluídos cristales de siderita, algunos de tamaño relativamente grande, como los que aparecen en la porción microfotografiada, y en el dibujo llevan el número 6.

Otro ejemplar de gran tamaño, 34 mm. de diámetro, también fuertemente corroído por los extremos, e igualmente constituído por cuatro elementos, pero bastante más complejamente entrecruzados, ofrece un aspecto parecido al del grupo de Monterde (fig. 2 de la lámina VI), ya estudiado. Presenta, a manera de inclusiones, pequeños cristales sencillos de aragonito, ya solamente con las caras del prisma, o también las g^1, coincidiendo generalmente su orientación con la de alguno de los

individuos de la agrupación. Toda la masa del grupo está cruzada por grietas más o menos sinuosas, que partiendo de la superficie llegan hasta su parte central, siguiendo aproximadamente la dirección de los planos de exfoliación g^1. Estas grietas están rellenas de materiales ferruginosos, que son los que dan el aspecto rojizo al conjunto.

Una sección de otro ejemplar rojizo, de 25 mm., integrado igualmente que los anteriores por cuatro individuos complejamente entrecruzados, presenta, como otro de los estudiados de Monterde (el de la fig. 9 de la lámina IV), una complicación mucho mayor en su región central que en la periférica.

En cuanto a las asociaciones irregulares es éste seguramente, de los yacimientos conocidos, el que mayor variación e interés presenta. Son estas asociaciones de dos tipos bien diferentes: unas constituídas por grupos de apariencia exagonal, con los aspectos y grados de complicación que seguidamente trataremos de consignar, y otras verdaderas drusas, formadas por cristales sencillos.

Hay complejos de grupos pseudoexagonales, relativamente sencillos, como el que reproducimos en la fotografía fig. 6 de la lámina IX, constituídos solamente por dos o tres masas prismáticas, generalmente de gran tamaño, más o menos compenetradas; de proporciones aproximadamente iguales o llevando a su vez los grupos mayores otros pequeños distintamente enclavados en su superficie (fig. 7 de la lámina IX). Otros representan grados paulatinos de complicada compenetración, hasta llegar a las que llamaremos *masas de cristales,* las cuales, con una constitución general drusiforme, ofrecen muy variados aspectos.

Unas tienen en conjunto una forma esférica, y muchos de sus grupos parecen estar bien diferenciados por presentar alguna porción de sus caras prismáticas, son las que llamamos *bolas de cristales*. En una de estas bolas de cristales, y según uno de sus

planos diametrales, hemos practicado una sección y hecho tallar una lámina delgada que pone de manifiesto su constitución, común a todas estas masas de cristales. Como muestra el sector de la sección, cuya microfotografía reproducimos en la fig. 2 de la lámina VII, constan de una porción central granudo cristalina, cuyos elementos van adquiriendo mayor desarrollo conforme están más próximos a la superficie. Los grupos que emergen al exterior salen divergentes, con una implantación astillosa. Es de notar también, como carácter común a todas las masas de cristales, que esta porción central cristalina tiene siempre, por un punto o superficie del conjunto, acceso al exterior, como si en su origen hubiesen estado adheridas a algún otro cuerpo. Sin embargo en la actualidad, como ya hemos indicado, se encuentran libres.

También toman con bastante frecuencia un aspecto discoidal, como muestran las fotografías figs. 1 y 2 de la lámina X. Forman el disco una fila de grupos dispuestos radialmente, estando las superficies de su parte central, por un lado cubiertas por entrecruzadas bases exagonales, y apareciendo en el otro la masa cristalina del núcleo.

Es igualmente muy frecuente en estas masas de cristales, la adopción de una forma arriñonada de proporciones muy variadas; el de la fig. 3 de la lámina X es de un tipo medio. Todas ellas presentan la constitución indicada, si bien las caras prismáticas suelen estar muy poco desarrolladas, lo que hace sea mucho más uniforme la superficie del conjunto. Generalmente toman un bonito aspecto de mosaico, debido a las delimitaciones de las compenetradas bases exagonales, las cuales en unos ejemplares presentan las aristas enteras y en otros, por uniformes acanaladuras del prisma, están cortadas, dándoles a las bases un más vistoso contorno estrellado.

La más interesante, sin embargo, de estas masas drusiformes, es la que reproduce la fotografía fig. 1 de la lámina XI, la cual, con el dibujo de la fig. 2 de la misma lámina que fija el contorno de su superficie básica, nos permite dar una idea de la forma de

este bello conjunto que, a grosomodo, sería la que tomase un cono de naturaleza elástica al comprimirle entre dos planos paralelos, tangentes a su base. Toda la superficie del ejemplar, excepto la porción que llamamos básica, está constituída por el mosaico que forman las bases de los grupos pseudoexagonales, de la manera que claramente se ve en la fotografía. La superficie de la base es, toda ella, la parte por la que, en este caso, sale al exterior la masa cristalina del núcleo de la asociación. Muestra perfectamente la estructura de la masa de cristales, de la manera general anteriormente estudiada (fig. 2 de la lámina VII).

En cuanto a las masas de cristales sencillos, tienen de común con las que acabamos de estudiar, la interior disposición de sus materiales. Es un núcleo granudo-cristalino, cuyos elementos van creciendo de tamaño gradualmente, conforme están más próximos a la superficie, constituída por los individuos que se implantan por terminaciones astillosas. Ahora bien, estas masas, en vez de presentar, como las anteriores, contornos delimitados, son vetas indefinidas, de las que nosotros sólo encontramos porciones. Por su configuración y bifurcaciones que en algunas de ellas se observan, parecen proceder de unas formaciones del mismo aspecto que las del yeso, que con tanta frecuencia cruza las margas del keuper. A veces una de las caras de estas vetas está formada por cristales distintos de los de la otra, y en algunos casos, mientras los de una son sencillos, los de la opuesta son grupitos pseudoexagonales distintamente enclavados.

De dos tipos distintos son estas drusas de cristales, según los individuos que las forman, siempre iguales e igualmente dispuestos en cada caso. En unas son cristalitos de unos cuatro o cinco milímetros, la sección de uno de los cuales indicamos en el esquema de la fig. 23, que presenta caras m (110), g^1 (010) y p (001). Una de las caras prismáticas está siempre muy desarrollada, siendo la que presentan en la superficie de la asociación con un intenso brillo adamantino. En las drusas del otro tipo, los elementos, de un tamaño aproximadamente igual, son prismas sen-

cillos, o cuando más simples asociaciones de dos individuos enclavados perpendicularmente a la superficie general de la asociación, terminados por el braquidomo $e^{1/2}$ (021) y con un brillo bastante menos intenso que los anteriores.

Dentro también de la provincia de Guadalajara, y en la misma zona triásica que los anteriores, hay citados algunos yacimientos más de aragonito, de interés secundario por su relativa pobreza de formas o de ejemplares, como son: *Sigüenza, Orna, Saelices* y *Estriegana*.

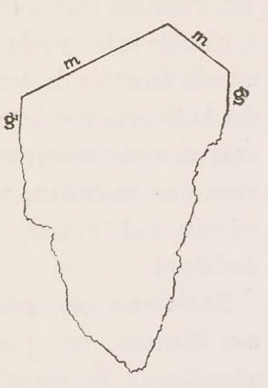


Fig. 23.

Nosotros hemos visitado el de *Sigüenza*. Está enclavado en los taludes de la vía del ferrocarril, a unos ochocientos metros de la estación por el lado de Madrid. En él, entre las margas del keuper o implantados en las vetas del yeso que las cruzan, se pueden recoger, en relativa abundancia, bonitas asociaciones exagonales que muy bien pueden referirse a dos tipos entre sí distintos: Unos, como los de las figs. 4, 5, 6, 7 y 8 de la lámina X, son unos grupitos más bien pequeños (de 10 a 15 mm. de longitud), de un particular tono morado-rojizo y con fuerte brillo en las caras prismáticas. Algunos, como el número 6 de la misma lámina, son asociaciones bastante simples, y la mayoría muestran estar constituídos por tres o cuatro individuos que constantemente, a más de las caras *m*(110) y *p*(001), llevan más o menos desarrolladas las del braquidomo $e^{1/3}$ (031). Los otros son grises, no tienen más que las caras del prisma y la base, la cual presenta generalmente un gran desarrollo en relación con la altura de la agrupación; recuerdan mucho las proporciones de los ya estudiados al ocuparnos del yacimiento de La Godina, en Monterde (*).

(*) Pág. 52.

En la provincia de SORIA solamente se conocen, hasta ahora, los dos importantes yacimientos de *Medinaceli,* pertenecientes a la misma formación geológica de los de la provincia de Guadalajara que acabamos de reseñar. Estos yacimientos, solamente distantes entre sí alrededor de un kilómetro, están en un desnivel de 85 metros, dentro sin embargo de las mismas margas yesíferas del keuper, cuyo espesor en esta localidad, según el Sr. Palacios (74), no baja de 180 metros.

Uno de estos yacimientos está enclavado a la salida de Medinaceli, frente a la ermita llamada El Humilladero, en el talud del lado opuesto de la carretera. Los ejemplares de aragonito aparecen sueltos entre las margas o empotrados en el banco de yeso que realmente constituye aquí, exclusivamente, el yacimiento, toda vez que los primeros muestran claramente proceder de él.

Es éste un yeso granudo cristalino rojo, con pequeñas porciones blancas, en el que están implantados, a veces en gran abundancia, los prismas pseudoexagonales de aragonito y diminutos cristales de cuarzo hematoideo que, por lo tanto, ya en esta localidad presentan una estrecha relación de yacimiento (fig. 1 de la lámina XII).

En la colección mineralógica de la Comisión del Mapa Geológico está el muy bonito ejemplar de aragonito sobre yeso, que reproducimos en la fig. 2 de la lámina XII. Tiene Medinaceli por localidad, y bien puede ser de aquí, aunque el yeso es casi completamente blanco y fibroso, por lo tanto de distinto tipo al por nosotros comprobado.

Los grupos recogidos por nosotros en este yacimiento son normalmente proporcionados y de todos los tamaños (entre dos y 30 milímetros de longitud o altura); y si bien el color dominante es un rojo subido, son muy frecuentes también los grises de todos los tonos, hasta casi completamente negros.

La mayoría de estos grupos, sobre todo los más desarrollados, aunque conservando el aspecto de prismas exagonales, son

agrupaciones complejas de varios o muchos, dispuestos irregularmente y en todos sentidos, sobre el dominante. Ofrecen como carácter general el no presentar en todos los casos más que las caras prismáticas y la base (figs. 3 y 4 de la lámina XII).

Algunos de estos ejemplares están fuertemente corroídos naturalmente, siendo notables ejemplos los de las figs. 5 y 6 de la lámina XII. Estos muestran claramente la acción del fenómeno; más que otra cosa, es disgregadora, destruyendo las porciones que por el entrecruzamiento de los materiales, o ser éstos de relleno, ofrecen menos cohesión. En los grupos que presentamos han quedado intactas las aristas que lo son a su vez de los individuos rómbicos que los constituyen, mientras que han desaparecido casi completamente, las que serían planos de unión o estarían formadas por elementos secundarios.

Entre las margas de este yacimiento encontramos también un trozo de *Belemnites,* cuya materia fosilizante es calcita.

Pesos específicos de ejemplares de esta localidad hemos determinado tres: uno de 2'746, otro 2'8 y otro 2'812.

El análisis espectral nos dió los resultados que ya dejamos consignados, y el estudio óptico de las secciones practicadas nos ha puesto de manifiesto las estructuras cristalinas que reseñamos a continuación:

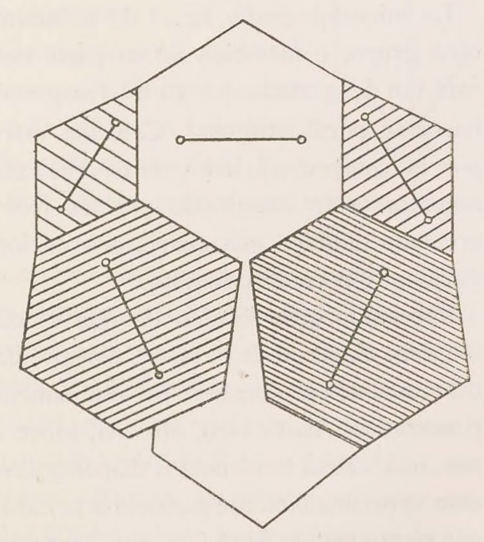


Fig. 24.

La que representa el esquema fig. 24, de un ejemplar, tipo corriente, de 15 mm. de diagonal de la base, es un buen ejemplo de la macla típica se-

gún m. Sus tres individuos fundamentales están desarrollados muy proporcionalmente, pasando la materia de uno de ellos a rellenar el vacío de la asociación, completando el prisma mimético. Como sabemos, el ángulo $g^1 g^1$ en esta clase de maclas es de 116°16′, del mismo valor, por lo tanto, que el del prisma característico de la especie; pues bien, en el ejemplar que nos ocupa, las caras g^1 están muy desarrolladas, y en el espacio que dejan con el ángulo ya referido, se encajan otros dos individuos de la manera que indica el esquema. Las caras m de estos individuos secundarios forman con las del mismo nombre de los principales, ángulos de 174° 24′, iguales, como es natural, a los $g^1 \underline{m}$ de estas maclas. Como seguiremos viendo, es este un caso que se presenta con bastante frecuencia, habiendo fijado en él la atención en este momento preciso, por ser el grupo que acabamos de describir de los por nosotros estudiados en el que adquiere más desarrollo.

La microfotografia fig. 1 de la lámina XIII, es la sección de otro grupo, o más bien de su parte central, pues la periférica está tan desgastada que ya ha desaparecido casi completamente hasta su perfil exagonal. Con una estructura algo complicada por la compenetración y entrecruzamiento de los materiales, muestra estar constituído por los tres individuos principales, presenta también una cuarta orientación de un elemento secundario muy poco desenvuelto.

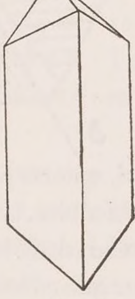
Poseemos otra sección de una asociación de mayor tamaño (16 mm. diagonal de la base), constituída solamente por las tres orientaciones principales, pero sumamente entrecruzados y compenetrados. Ahora bien, ofrecen, sobre todo en algunas porciones, una cierta tendencia a disponerse en bandas de una dirección aproximadamente paralela a la cara g^1. Sus bordes, aunque con cierta regularidad, son muy angulosos o dentados.

Es este de El Humilladero el yacimiento clásico de Medinaceli; el otro a que hemos hecho referencia nos sorprendió al bajar por la carretera que de la citada población lleva a la esta-

ción de Salinas, unos cincuenta metros antes del pronunciado recodo que hace en el kilómetro 42.

Las margas grises y rojas, en un nivel, como anteriormente dijimos, 85 metros más bajo que las de El Humilladero, están aquí acompañadas de un yeso de un rojo más vivo, fuertemente brillante y de una marcada tendencia a la estructura fibrosa. Los cuarzos hematoideos o blancos lechosos aparecen frecuentemente, y a veces en gran abundancia, implantados sobre él; pero no los aragonitos, que solamente pueden recogerse sueltos entre las margas.

De muy pequeño tamaño (3'5 × 1 mm.) tuvimos la suerte de recoger en esta localidad el prisma sencillo característico de la especie, que representa la fig. 25, terminado por el braquidomo $e^{1/2}$ (021). Muy perfecto, de un color gris rojizo y de caras débilmente brillantes, es el único cristal de este tipo que hemos tenido ocasión de observar.


Fig. 25.

Las agrupaciones exagonales de este yacimiento, rojas, grises o incoloras, son siempre de muy pequeño tamaño, de 2 a 11 milímetros de longitud por 2 a 4 ó 5 de diagonal mayor de la base, terminadas por el pinacoide básico, si bien generalmente terminan en deshilachado.

Dos secciones practicadas en estos grupos exagonales nos han puesto de manifiesto sus muy interesantes texturas cristalográficas. Creemos encontrarnos ante un doble caso, hasta ahora no señalado en el aragonito, de hemitropia del grupo mimético exagonal, que corrientemente presenta esta especie. En efecto, la disposición en que estaban sus individuos constituyentes y que mostramos en los esquemas adjuntos, no puede explicarse más que por una inversión de 180^{0} del clásico grupo exagonal de tres elementos, según uno de sus planos diagonales, a su vez cara posible de notación sencilla (el braquipinacoide g^1) de uno de los individuos, y único plano de simetría del conjunto. Efectivamen-

te, si hacemos un giro de 180° según un eje normal a la traza del plano de macla, A B del dibujo, se nos formará de nuevo el complejo clásico de la especie, la triple macla centrada, según caras *m*, y el relleno del ángulo entrante.

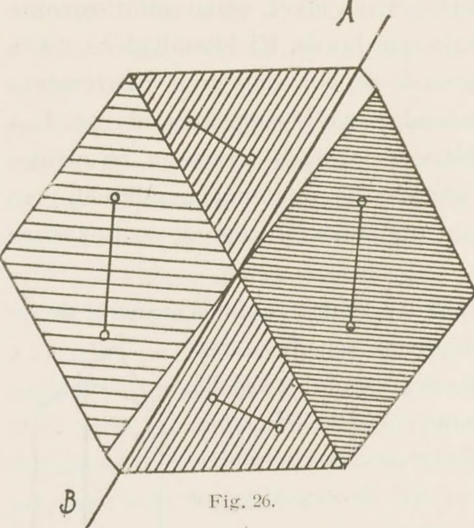


Fig. 26.

Como vemos, se trata sencillamente de un caso de doble macla como los ya estudiados en otras especies mineralógicas. Los cristales de microclina de aspecto monoclínico, por ejemplo, son con frecuencia, en realidad, maclas polisintéticas de un feldespato triclínico, según la ley de la albita, las cuales a su vez se maclan nuevamente, según la ley de Carlsbad. El ejemplar que corresponde al esquema fig. 26, y a la microfotografía fig. 2 de la lám. XIII, es el que con mayor sencillez muestra el caso que acabamos de estudiar.

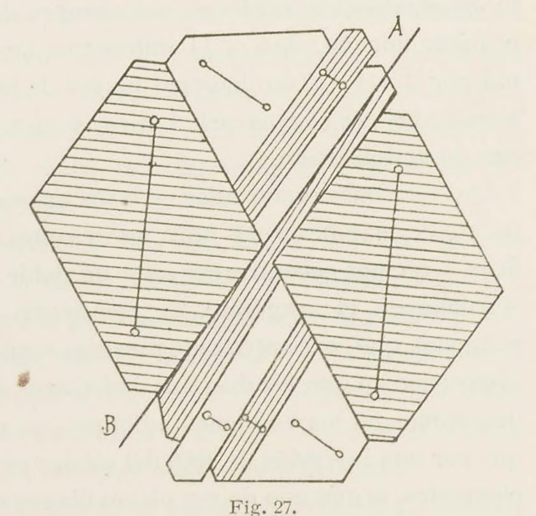


Fig. 27.

La otra sección a que hicimos referencia en un principio, es la representada por el dibujo fig. 27 y la microfotografía fig. 1 de la lámina XIV, que presenta la complicación de estar uno de sus individuos atravesado por lámi-

nas sensiblemente de la misma orientación, seguramente láminas hemitrópicas.

También recogimos en este yacimiento *bolas y rosetas de cristales* del tipo ya descrito al tratar del de Moratilla, pero integradas siempre por grupos de pequeño tamaño, proporcionado al de las agrupaciones regulares que acabamos de describir. La longitud del diámetro de estos conjuntos oscila solamente de 15 a 40 mm. Aparte de ésto, las coloraciones, contorno más o menos estrellado de las bases exagonales, su desarrollo proporcional y demás caracteres de constitución, son los mismos de los que hemos hecho referencia.

En la provincia de CUENCA, no en la mancha triásica del río Cabriel, la más importante de la provincia, sino en dos de los pequeños *isleos conquenses,* como les llama Mallada, están enclavados los dos yacimientos conocidos de aragonito.

El de *Beteta* es un manchoncito que asoma en el jurásico, al N. de la provincia. De él no tenemos más noticias que estar citado por el Sr. Calderón, y unos cuantos ejemplares de la colección del Museo Nacional de Ciencias Naturales, donativo del Sr. Mombiedro, que tienen esta localidad con signo de duda. Se trata de unas asociaciones prismáticas aplastadas según la base, del mismo tipo y aspecto que las del yacimiento «La Godina», de Monterde, ya anteriormente descrito (pág. 52).

También, dice el Sr. Calderón, hay en *Cueva del Hierro* «grandes maclas centradas de color rojo-obscuro», del mineral que nos ocupa. Es éste un pueblecito situado en la misma mancha triásica de Beteta y a unos cinco kilómetros al NE. de esta localidad. Nosotros no hemos tenido ocasión de ver ningún ejemplar de esta procedencia.

De mucha más importancia es el de las salinas de *Minglanilla,* enclavado en una manchita triásica aun bastante más pequeña que la anterior, muy próxima a la terminación de la del río Cabriel y completamente rodeada por el mioceno. Procedentes de

este yacimiento hemos tenido ocasión de observar un crecido número de ejemplares, algunos de gran interés.

En la colección del Museo Nacional de Ciencias Naturales existen grupos prismáticos exagonales de tipo y tamaño corrientes, colores del gris al rojizo, a veces un poco violado, y todos ellos terminados por la base (001).

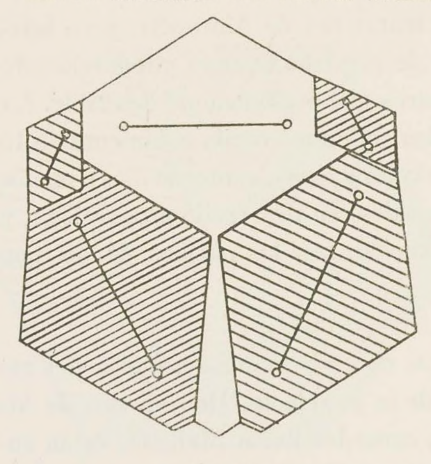


Fig. 28.

El estudio óptico de uno de ellos, de 11 mm. de diagonal en la base, ha mostrado (fig. 28) ser un caso corriente de macla según *m*. La materia de uno de los individuos principales cruza al lado opuesto, sirviendo de relleno al conjunto. Todos ellos tienen las caras g^1, desarrollándose en los huecos que dejarían libres, dos individuos secundarios, los cuales aquí se salen, por decirlo así, del espacio que les estaba asignado, penetrando en el de los originarios de la agrupación.

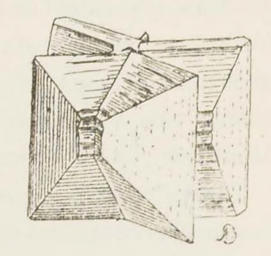


Fig. 29.

En la misma colección, procedente de la del Sr. Parga, y también de esta misma localidad, hemos encontrado el pequeño ejemplar que reproduce el dibujo directo del natural (fig. 29). Es un magnífico caso en que un individuo secundario de la agrupación, de la misma naturaleza que los de la anteriormente estudiada y el de relleno, adquiere un desarrollo de mucha mayor importancia que los principales. Efectivamente, dos de ellos (fig. 30) han quedado limitados según un plano paralelo a g^1, casi por su mitad, y el tercero solamente está acusado por un pequeño saliente, mientras que el

secundario y el que llamamos de relleno, por parecer es de la misma orientación de uno de los principales, están completamente desarrollados. Los cristales principales están terminados por caras de braquidomo, y los otros, además de éstas llevan también la base; las caras g^1 señaladas, más bien parecen, como indica el dibujo, planos de fractura. El ejemplar que solamente mide 3 mm. de arista del prisma, es incoloro.

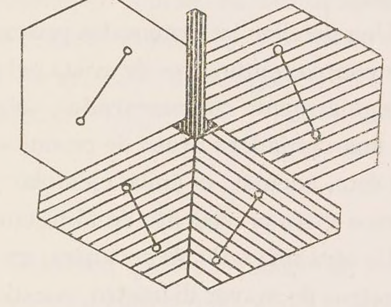


Fig. 30.

En la colección de nuestro Museo también figuran los dos magníficos ejemplos de asociación *anular,* que fotográficamente y de tamaño natural, reproducen las figs. 1 y 2 de la lámina XV. Como sabemos, se trata de una repetición de maclas según *m,* en el mismo sentido, que originan un anillo exaédrico, cuyo espacio interior en estos ejemplares está en parte relleno de materia de la misma especie mineralógica. Los individuos que lo constituyen, desigualmente desarrollados, están terminados por el braquidomo $e^{1/2}$. Uno de los ejemplares es de color gris y el otro de un rojo subido.

El Sr. Mas y Guindal posee algunas de estas agrupaciones irregulares que hemos llamado *bolas de cristales,* procedentes de este yacimiento. Las figs. 4 y 5 de la lámina XV reproducen las fotografías de las dos más interesantes.

En una de ellas se presentan con un desproporcionado desarrollo algunos de los grupos exagonales que las integran, los cuales, confusamente, pueden considerarse distribuídos en dos series, que marcan dos planos diametrales de la agrupación, perpendiculares entre sí. La otra, como fácilmente puede apreciarse en la fotografía, presenta un desarrollo más homogéneo. Su constitución y caracteres son idénticos a los de los ejemplares del mismo tipo estudiados al ocuparnos del yacimien-

to de Moratilla (pág. 70). Su coloración, la roja característica.

En la colección de minerales del Instituto Geológico existen también algunas bonitas asociaciones irregulares de esta localidad.

Una de ellas la forman dos prismas exagonales, de unos ocho por cuatro centímetros de arista del prisma y diagonal de la base, irregularmente compenetrados, sobre los que se han desarrollado una verdadera drusa de prismitas de 5 y 10 mm. de diagonal. Es éste, además, el único ejemplar de un gris, casi negro, que hemos visto procedente de Minglanilla.

Es otra una *bola de cristales,* un tanto arriñonada, de 7 centímetros de mayor diámetro, constituída por grupos exagonales de 3 a 4 cm. de diagonal de la base, del tipo corriente de Moratilla.

Y la última de las que nos ocupamos, por apuntar tipos distintos, es una gran asociación de compenetraciones irregulares, en la que domina un conjunto exagonal de unos siete por siete centímetros.

Ya de esta provincia, que tenga relación con el mineral que nos ocupa, no queda más que la nota del Sr. Calderón, diciendo: «El basalto de *Beteta,* en la *Serranía de Cuenca,* ofrece costras referidas al aragonito.»

Nosotros no hemos logrado encontrar esta clase de ejemplares en las colecciones de nuestro Museo Nacional, por lo que no nos ha sido posible comprobar la certeza de la aserción. Nos inclinamos, por el contrario, a sospechar estemos ante otro caso como el de las concreciones y rellenos que con tanta frecuencia y abundancia se encuentran en algunos basaltos nefelínicos de la provincia de CIUDAD REAL en los llamados *Negrizales de la Mancha,* y que desde el Sr. Quiroga (77) vienen considerándose como aragonito. Hemos de consignar que, tras repetidos ensayos químicos y físicos (reacción de Meigen y peso específico) en los numerosos ejemplares que de esta naturaleza existen en las colecciones del Museo Nacional de Ciencias Naturales y en la Uni-

versidad de Sevilla, y de haber repasado sus preparaciones microscópicas, creemos poder afirmar que las referidas costras y rellenos son de calcita y no de aragonito.

Finalmente, por lo que a Castilla se refiere, en las salbandas de las minas de cinabrio de *Almadén*, Pohlig (75) dice haber encontrado agregados radiados de cristales de aragonito que alcanzan hasta centímetro y medio de longitud.

* * *

Andalucía.—Ya dice el Sr. Calderón que «el triásico de esta región no es tan abundante—en aragonito—como el del centro». La realidad llega más lejos de lo que parece indican las palabras del sabio profesor; procedente de formaciones sedimentarias de esta región solamente conocemos un ejemplar y poseemos referencias, pero bastante vagas, de otro u otros dos.

La mayoría de los ejemplares de aragonito que se conocen de Andalucía proceden de los yacimientos de minerales de hierro, perteneciendo a la variedad coraloide; también han sido citadas algunas formaciones de fuentes calcáreas, como más adelante señalaremos.

El ejemplar de origen sedimentario a que antes hemos hecho referencia, pertenece a la provincia de CÁDIZ. Está en la colección de la Universidad de Sevilla y tiene por localidad *Molinos, Chiclana*, no existiendo en la provincia de Cádiz ninguna entidad de población que lleve el nombre de Molinos, suponemos que esta palabra tratará solamente de precisar algún punto del término de Chiclana. El ejemplar de referencia son unas masas concrecionadas de color blanco lechoso, en una calcita dolomítica de un tono gris. Nos ha acusado un peso específico de 2'797, y ensayado por la reacción de Meigen, nos dió un resultado positivo.

En cuanto al procedente de *Puerto Real*, que dice el Sr. Cal-

derón existe en la misma colección, nosotros no hemos podido encontrarlo. Muy bien puede ser esta cita una confusión de nombres, toda vez que los caracteres que apunta concuerdan con el anteriormente reseñado; o tal vez, y es lo más fácil, concurran un cambio de etiquetas y la desaparición de algún ejemplar, nada de extrañar en las dolorosas vicisitudes, que después de su marcha, ha atravesado la magnífica colección que el gran maestro organizara.

Sí, se ha conservado el ejemplar de «hermosos grupos exagonales» procedente de *Chiclana*. En una marga arcillosa aparecen enclavados los prismas exagonales de 5 a 15 mm. de longitud por 3 a 5 de diagonal en la base. Son blancos lechosos y de superficies mate; se compenetran entre sí dando origen a muy varias asociaciones irregulares. El que al seccionar estos prismas presentasen una zona periférica de aspecto menos cristalino que el núcleo, junto con la baja densidad que en repetidos ensayos acusaban, nos hizo parar la atención sobre tales ejemplares, sospechando lo que nos ha mostrado primero, por la reacción de Meigen, y después, de manera que no deja lugar a dudas, por el estudio óptico en varias secciones delgadas practicadas; los referidos ejemplares no son aragonito, sino calcita. Nos encontramos, por lo tanto, ante un interesante caso de calcita pseudomórfica del aragonito; fenómeno, desde luego ya estudiado, pero del que aún no había señalado ningún ejemplo en España. Las secciones, vistas al microscopio, muestran una textura granudo-cristalina de elementos más desarrollados en la zona central que en la periférica.

Por lo que se refiere a localidades citadas, y que no hemos podido comprobar, tenemos, ante todo, la ya transcrita del Padre Torrubia (pág. 9): «... en las Heras de una Hacienda, que tienen los *Padres Cartujos de Xerez* en el camino de *Arcos,* que, según quiero acordarme, llaman la *Peñuela*» y que sería, de existir, el yacimiento en que por primera vez el aragonito llamó la atención de un científico. Otra es del Sr. Mallada (62), que dice:

«También se hallan en *Morón* pequeños prismas exagonales, en ciertos sitios tan abundantes entre las calizas dolomíticas, que toman el aspecto de *un pórfido*». Sobre esta cita solamente señalaremos lo extraño que nos resulta no haga la menor referencia el Sr. Calderón, que tan detenidamente estudió la región mencionada; ni que en la Universidad de Sevilla exista ningún ejemplar, a pesar de la muy completa colección de materiales que posee de esta localidad.

En la provincia de SEVILLA, de la mina «Navalrostrillo», de *El Pedroso*, hay en la Universidad de Sevilla un bonito ejemplar de la variedad coraloide. De una porción compacta de unos 3 o 4 centímetros de espesor, arrancan unas ramas gruesas y cortas, de aspecto muy distinto al de «La Begoña»; no ofrecen la menor complicación y terminan a los muy pocos centímetros del origen. Presenta una estructura finamente fibrosa y su superficie está teñida de verde. Conserva un trozo de la limonita sobre que yacía, pudiéndose observar en la superficie de contacto de los dos minerales, que existe interpuesta una delgada capa de arena. Nos acusó un peso específico de 2'932.

De JAÉN, en una mina de hematites, de *Valdepeñas,* dice el Sr. Calderón haber visto también un aragonito coraloideo.

De la provincia de HUELVA nosotros hemos identificado un gran tallo de aragonito de la misma variedad, entre las calcitas recogidas por el Sr. Barras de Aragón en la *Cueva de las Maravillas,* de *Aracena*. Es una capa de superficie verdosa, de 1 a 2 centímetros de espesor y estructura fibrosa, que recubre un núcleo de calcita cristalina y oligisto. Su peso específico es de 2'914, y un ligero examen espectral nos acusó la presencia del estroncio

De la de GRANADA von Drasche, en su *Bosquejo geológico de la zona superior de Sierra Nevada* (27), al ocuparse de los al-

rededores de *Lanjarón* consigna la siguiente nota, para nosotros de interés:

«Entre la rambla en que están las fuentes —a unos cien pasos al W. de Lanjarón— y otra situada más al Oeste, hay unas notables brechas calizas completamente locales. Los trozos de caliza blanca y cristalina están unidos por un cimento calizo *ferruginoso*, y numerosas vetas de hermoso *aragonito fibroso* atraviesan las brechas, y en los huecos se encuentran también con frecuencia agujas de aragonito en grupos radiales, causando todo el efecto de una formación de acarreo.»

No nos parece muy exacta la significación que da el autor tras la descripción, a la formación. Por los datos que apunta, nosotros creemos mejor juzgarla del mismo origen que las de igual tipo, tan frecuentes en los yacimientos de minerales de hierro.

También del mismo geólogo es la afirmación, que no nos ha sido posible comprobar, de haber dado origen a travertinos y masas concrecionadas del mineral que nos ocupa, los manantiales calcáreos de *Lanjarón, Itrabo* y *Nerja*.

De las minas de hierro de la provincia de ALMERÍA hemos tenido ocasión de observar algunos bonitos ejemplares, de las variedades fibrosa y coraloidea.

De la *Sierra Alhamilla* existen dos ejemplares en la colección del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Directamente sobre un gran núcleo de hematites roja, se extiende una capa de dos a cuatro centímetros de espesor de aragonito, de un débil tinte verdoso, ya de aspecto cristalino ya fibroso radiado. Su zona superficial aparece finamente granujienta, estando constituída por asperezas cristalinas más o menos informes, entre las que asoman a veces delgadas agujas que acusan agudas terminaciones piramidales. Las grietas y cavidades del mineral de hierro también aparecen recubiertas por concreciones de la misma naturaleza.

De la *Sierra de Gador* hay en nuestro Museo un precioso

ejemplar, ingresado en época reciente, de una formación probablemente de igual naturaleza que la anterior, aunque no conserva indicio alguno de su yacimiento. Es una masa de delicadas asociaciones fasciculares radiadas, cuyos elementos, con muy corto desarrollo superficial, terminan en indeterminables caras de prisma; presentan una tendencia a desarrollarse en ramas, que se acusa por el desenvolvimiento de algunas no mayores de un centímetro. Constituye una especie de facie de tránsito a la variedad coraloide.

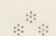
Entre la colección de calcitas de la Universidad de Sevilla, también tuvimos la suerte de identificar un aragonito, de una localidad de esta provincia tampoco hasta entonces citada. De *Macael,* y probablemente arrancado en alguna mina de hierro; constituye un aspecto también especial de la variedad coraloide. Sobre una masa de unos dos centímetros de espesor y estructura fibrosa, se desarrollan unas ramas cortas y gruesas, muy apretadas y uniformemente dispuestas, que por su parte terminal tienen un aspecto concrecionado. Su peso específico, 2'806.

* * *

Murcia.—De *Gil de Ras, Caravaca* (Murcia), hay en la colección del Museo Nacional de Ciencias Naturales unas masas esferoidales de estructura acicular radiada y coloración verdosa. Presentan un aspecto de canto rodado y no conservan indicio alguno de sus condiciones de yacimiento.

En la misma colección existe una preciosa formación de aragonito, sobre una caliza cavernosa gris, al parecer triásica, con vetas de limonita; procede de *Salobre,* cerca de *Alcaraz* (Albacete). Las cavidades de la citada roca están recubiertas por aragonito concrecionado y unos manojos de finísimas agujas cristalinas radialmente dispuestas del mismo mineral. En unas porciones están teñidas de rojo por sales de hierro y en otras son transparentes o de un blanco limpio.

El Sr. Calderón nos da la noticia de haber en la Universidad de Valencia ejemplares de la variedad coraloide, recogidos en *Llano de Campoy, San Antonio* (Cartagena). También en las gangas plomizas de esta localidad —dice— han aparecido a profundidad considerable, entre otros minerales de formación secundaria, cristales del carbonato en cuestión.



Valencia.—Volvemos a encontrar en el keuper de esta región interesantes asociaciones pseudoexagonales del mismo tipo que las estudiadas en Aragón y Castilla. El Sr. Mallada nos da idea en las breves líneas que transcribimos, de la constitución geológica de los yacimientos que nos importan: «A través de rocas miocenas, 4 km. antes de llegar a Turis, por la carretera de Monserrat, asoman las margas que entre ese pueblo y Alborache, en Macastre, Yátova y Buñol constituyen por sí solas cerros enteros y se alínean en estrechas fajas arrumbadas a lo largo de los barrancos, con profusión de yeso compacto en cuñas, lentejones y vetas discontínuas de colores agrisados.» De tres localidades solamente hay citado aragonito en la región: *Játiva, Yátova* y *Buñol,* que pertenecen a la misma formación.

De *Buñol* es de donde únicamente hemos tenido ocasión de estudiar número suficiente de ejemplares, para formarse idea de la riqueza de la formación. De dos tipos, por lo que respecta a su aspecto y desarrollo, son los prismas miméticos que de esta localidad posee nuestro Museo Nacional; unos de tamaño mediano, proporciones corrientes y color blanco, gris o un tanto rojizo, y otros del rojo característico, muy intenso brillo y alargados según el prisma (de 30 a 35 mm. de aristas del prisma, por 7 a 10 de diagonal en la base). También existen asociaciones irregulares, ya de tipo sencillo, caprichosas compenetraciones de tres o cuatro grupos, ya masas esferoidales de 30 a 40 mm. de diámemetro, constituyendo las bolas de cristales del mismo as-

pecto y constitución de las ya estudiadas de Moratilla (pág. 70).

Hemos verificado el análisis químico de un ejemplar de esta localidad, obteniendo el siguiente resultado:

Carbonato de estroncio	2'2086
» de calcio	96'8500
Residuo insoluble	0'6317
	99'6903

Otro de ellos nos ha acusado un peso específico de 2'939.

Desde el punto de vista cristalográfico, tenemos algunas secciones delgadas de interés:

La que representa el esquema fig. 31 y que corresponde a la microfotografía fig. 2 de la lámina XIV, aunque el ejemplar está tan desgastado que ha perdido toda su porción periférica y hasta el contorno exagonal, muestra sin embargo claramente un bonito caso de macla por entrecruzamiento, en que uno de los tres individuos constituyentes ha obtenido un doble desarrollo completo, uniéndose a él las porciones de los otros dos según caras *m*, y ellos entre sí por una próxima a g^2.

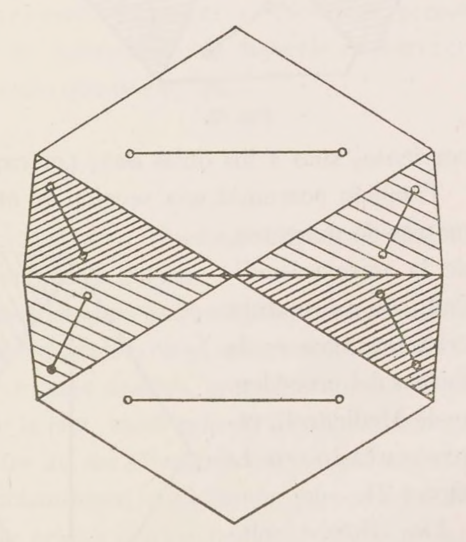


Fig. 31.

Otro caso de interés es el que se refiere al dibujo fig. 32, en que dos individuos están completamente desarrollados y maclados de la manera corriente según *m*. El espacio que resta para cerrar el conjunto exagonal, y que en el grupo característico corresponde al tercer individuo y al relleno, está ocupado por

materiales entrecruzados de ellos mismos. A su vez éstos están unidos entre sí por una cara *m*, no constando por lo tanto este grupo más que de dos orientaciones ópticas.

La fig. 33 se refiere a otro ejemplar, de 12 mm. de diagonal en la base, que presenta la rara distribución que indica. El relleno, en lugar de estar emplazado entre dos de los individuos del conjunto, está atravesando la masa de uno de ellos, siguiendo la dirección de su braquidiagonal; resultando de este modo que el individuo partido, por decirlo así, queda unido, no a *uno*, como es lo corriente, sino a los otros *dos*, por caras *m*.

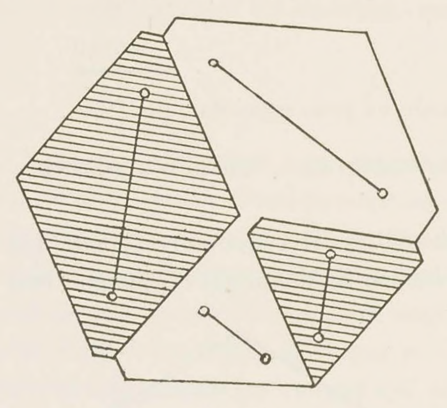


Fig. 32.

También poseemos una sección de otro ejemplar, de 14 milímetros de diámetro, de la misma localidad, cuya textura cristalográfica es la misma del procedente de Medinaceli, representado en la figura 24.

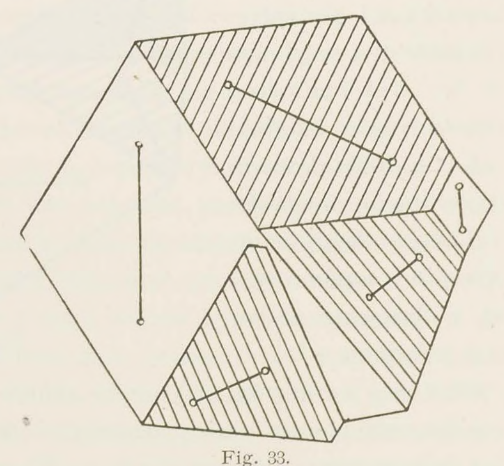


Fig. 33.

De *Yátova* solamente hemos tenido ocasión de ver los dos ejemplares que, recogidos y donados por el Sr. Rivera, existen en las colecciones de nuestro Museo Nacional. Se trata de un gran grupo gris de 40 por 30 mm., que

parece ser una asociación anular con relleno, y una bola de cristales de 35 mm. de diámetro, del tipo corriente de Moratilla. Por ser ejemplares únicos no hemos tallado lámina delgada ni realizado estudio químico alguno sobre ellos.

*
* *

Extremadura.—Por lo que al aragonito se refiere en esta región, a más de la noticia de Naranjo (71) que dice halló en 1849 la variedad coraloide asociada al hierro espático en *Magacela,* provincia de Badajoz, únicamente tenemos la del Sr. Calderón, de un ejemplar de la colección del Museo Nacional de Ciencias Naturales, procedente de *Fregenal de la Sierra,* que dice ser «aragonito verde concrecionado en cuarzo». Nosotros hemos examinado el ejemplar de referencia, sin haberle encontrado porción alguna del carbonato que nos ocupa.

*
* *

Canarias.—Posee nuestro Museo Nacional algunos ejemplares interesantes de esta provincia insular.

De *Tenerife* D. Anselmo Benítez ha remitido y donado al Museo Nacional de Ciencias Naturales, en el año pasado, dos bonitos ejemplares de aragonito: uno de ellos, procedente de la playa de *El Médano*, al SE. de la isla, es el talo de un alga calcárea, perteneciente a la *familia de las Coralináceas* y casi seguramente al *género Lithothamnion,* constituído por aragonito. Es un buen ejemplar, de origen orgánico, hasta ahora no señalado que sepamos.

El otro individuo, recogido en *Taganana,* situado en el extremo NE. de la isla, es una preciosa formación cristalina, acicular, de un ligero tono violado. Está arrancado, según parece por las pequeñas porciones que conserva adheridas a su masa, de una *fonolita,* roca dominante de la región. Es también lo-

calidad nueva de la especie. Nos ha acusado un peso específico de 2'987.

Un ligero ensayo espectral nos delató la presencia del estroncio, y realizado su análisis químico, nos ha dado los siguientes datos de su composición centesimal:

Carbonato cálcico	98'3510
» estróncico	1'6307
Agua a 150°	0'1342
Residuo insoluble en NO^3H	0'6326
	100'7485

Los otros dos ejemplares que poseemos de Canarias, y que ya de antiguo forman parte de las colecciones del citado Museo, proceden de la isla *Gran Canaria.*

Uno de ellos, de *Agaete,* localidad situada en la región NW., es la curiosa asociación que fotográficamente, y de tamaño natural, reproducimos en la fig. 3 de la lámina XV. Está constituída por varios grupos miméticos radialmente dispuestos, a partir de su punto de inserción, seguramente en su yacimiento, una roca basáltica. De un color gris claro, estos grupos presentan, como ya hemos dicho, la simetría exagonal. Aparecen profundamente acanalados en el sentido longitudinal, y aunque por ser ejemplar único no hemos hecho tallar lámina delgada, parece verse claramente se trata de un caso de *macla anular,* de tipo parecido a las estudiadas al ocuparnos del yacimiento de Minglanilla (Cuenca), (pág. 81). Como en el caso de referencia, los individuos terminan por caras del braquidomo $e^{1/2}$, si bien aquí muy desigualmente desarrolladas. Ofrecen además la particularidad de presentar claramente solución de continuidad en estas últimas porciones, las cuales, como fácilmente se nota en el grupo de la derecha de la fotografía que reproducimos, aparecen bien delimitadas. Alargan, por término medio, unos cinco milímetros los cristales, que en total llegan hasta cerca de 45 mm. Son estas partes terminales debidas, seguramente, a un período de pos-

terior crecimiento de los cristales. Del grupo de la izquierda están arrancadas, dejando al descubierto una superficie irregular, profundamente atacada por los agentes del medio, de un color lechoso sucio por su parte central, en la que no queda vestigio alguno de las primitivas caras terminales, acusando un principio de metamorfosis, y mostrando haber mediado un largo espacio de tiempo entre los dos períodos de cristalización.

El otro ejemplar de esta isla tiene por localidad *Marzagán* o *Llanos de Barrera,* junto a Las Palmas. Está constituído por unos agregados cristalinos fasciculares-radiados, cuya superficie está erizada por delicadas agujas trasparentes, en la actualidad todas rotas por las vicisitudes que haya atravesado el ejemplar, no pudiéndose ver, por lo tanto, sus terminaciones, que probablemente serían agudas caras de pirámide. Dado el reducido tamaño del ejemplar y su mal estado de conservación, no le hemos hecho objeto de ningún estudio especial.

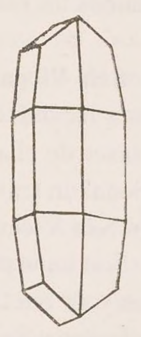


Fig. 34.

Finalmente, Schrauf reproduce en su *Atlas de Cristalografía* (81) la fig. 34, diciendo se refiere a un ejemplar de aragonito rojizo que se guarda en la colección del Hochschule de Zurich, procedente de *Hornos del Rey* (Canarias). Es esta una localidad de la Gran Canaria, próxima a la capital y perteneciente al Ayuntamiento de Telde.

La forma en cuestión presenta las caras: g^1 (010), m (110), $e^1/_2$ (021) $e^1/_{18}$ (0 18 1) y $b^1/_{36}$ (18 18 1).

Como vemos, es un cristal del mayor interés, pues posee dos caras que no se han vuelto a señalar en ejemplares españoles.

IV

APÉNDICE

Durante la impresión de este trabajo han llegado a nuestras manos los materiales que consignamos a continuación:

San Vicente de la Barquera (Santander).—Al ocuparnos de esta localidad (pág. 46) dijimos no habíamos logrado ver ejemplares de ella. Después se ha encontrado en nuestro Museo Nacional un frasco con los cristales miméticos en cuestión, recogidos en San Vicente por el malogrado Prof. D. Francisco Quiroga.

Son unos prismas pseudoexagonales de proporciones corrientes y de 5 a 20 mm. de longitud en la arista. Generalmente su color es rojizo, habiendo algunos de un gris claro. Todos están fuertemente atacados por los agentes del medio, ofreciendo un aspecto casi fibroso.

Monterde (Zaragoza).—Amablemente invitados por D. Florentino Azpeitia, profesor de la Escuela de Ingenieros de Minas, hemos tenido ocasión de ver en su colección particular algunos grupos miméticos; de gran desarrollo unos (66 mm. de altura por 57 de diagonal en la base) y de tipo corriente otros (37 por 18 mm.). Paramos la atención sobre estos ejemplares por proceder, según nos asegura el Sr. Azpeitia, de los cerros de «La Godina», localidad que nosotros tuvimos ocasión de visitar y en la que encontramos, como ya dejamos consignado en su lugar, grupos de un aspecto tan uniforme y tan distinto del que ofrecen los recogidos por el Sr. Azpeitia.

Vimbodí (Tarragona).—Al repasar las calcitas de la colección de Minerales de España perteneciente a nuestro Museo Nacional, en cuyo arreglo colaboramos actualmente, hemos encontrado el interesante ejemplar zonar que, fotográficamente, reproducimos en la fig. 1 de la lámina XVI. Se trata de un bloque formatizado, sin más indicación de yacimiento que la que encabeza estas líneas; según el Mapa del Instituto Geológico, Vimbodí está enclavado en el mioceno, en las proximidades de Lérida; el aspecto del ejemplar muestra proceder de una formación filoniana.

Como puede apreciarse en la fotografía, el aragonito aparece alternando con la calcita en capas de espesor variable, con frecuentes soluciones de continuidad; muestra una estructura finamente fibrosa en dirección normal a su disposición, y es de un color blanco limpio y mate; la calcita que le acompaña ofrece una textura granuda y mayor cristalinidad.

Covarrubias, Lerma (Burgos).—También entre las calcitas de la colección anteriormente aludida llamó nuestra atención una formación acicular sobre hematites, sospechando se tratase de un nuevo ejemplar de aragonito; sospecha que, una más detenida observación ocular y la reacción de Meigen, nos vinieron a confirmar plenamente. Es un pequeño trozo de *flos-ferri*, que anotamos por ser localidad nueva para la especie; los prismitas alargados, terminados por agudas caras piramidales y con la clásica disposición fascicular radiada, alcanzan, cuando más, 12 milímetros de longitud.

Covarrubias, según el mapa del Instituto Geológico, está en el contacto de los terrenos diluvial, mioceno y cretácico; el ejemplar que nos ocupa ha sido recogido, según indica su marbete, por el Sr. López de Zuazo, entre los materiales cretácicos.

Santa Casilda (Burgos).—En la muy interesante colección de minerales que tan laboriosamente ha conseguido reunir el Her-

mano José, Prefecto de estudios en el Colegio de Nuestra Señora de las Maravillas de esta corte, hemos visto un tipo de asociaciones pseudoexagonales, distinto por su aspecto de los que, al ocuparnos de esta localidad, apuntamos. Son éstos unos grupos que, como los de «La Godina», en Monterde, presentan un gran desarrollo de la base con relación al prisma, pero con proporciones mucho mayores; uno de tipo medio nos acusó 55 milímetros de diagonal en la base por 14 en la arista del prisma.

Torralba (Soria).—El Sr. Marqués de Cerralbo ha explorado en Torralba un yacimiento prehistórico. Entre los materiales recogidos en este yacimiento ha encontrado el Sr. Hernández-Pacheco unos cuantos cristales de aragonito.

El Sr. Pacheco nos ha comunicado que el citado yacimiento está enclavado en el terreno cuaternario, integrado en esta localidad por materiales procedentes del triásico. Esto queda ratificado con la existencia de los ejemplares de que tratamos.

Aparte de ser una localidad nueva para la especie y la particularidad de su yacimiento que acabamos de consignar, los individuos en cuestión no ofrecen ningún interés especial. Son unos grupos pseudoexagonales, de color rojizo y con las proporciones y aspecto más frecuentes.

Puente Genil (Córdoba).—De esta localidad acaba de remitir el Catedrático del Instituto de Cabra, Sr. Carandell y Pericay, unos cuantos grupos miméticos alargados (mide su tipo medio unos veinte milímetros de longitud por cuatro de diagonal en la base), con un brillo bastante intenso, de un color ligeramente rojizo y casi completamente transparentes.

El Sr. Carandell prepara una nota sobre este yacimiento, que, por lo menos, tiene el gran interés de ser el primero de la especie que claramente se conozca en la región andaluza. Mientras, nosotros hemos hecho tallar, en uno de los citados grupos, una lámina delgada para ver su constitución. Nos hemos encontrado

(fig. 2 de la lámina XVI) con un nuevo ejemplo de la ley de macla que representa la fig. 26, y que al estudiar las secciones de Medinaceli (Soria) tuvimos la suerte de interpretar. El que ahora nos ocupa, como muestra la microfotografía, presenta el caso en toda su sencillez, ofreciendo la sola particularidad de estar uno de los individuos que limita el plano de macla, invadido en su mayor parte por otro elemento, con la misma orientación de los otros dos.

Hemos de hacer notar también que con mucha frecuencia se presentan estos grupos deformados, por haber sufrido roturas, que han hecho cambiar la simetría del conjunto. Las superficies de fractura son siempre irregulares, más o menos astillosas, y en dirección aproximadamente normal al eje principal de la asociación. Los dos o tres trozos en que quedó dividido el cristal, tras de sufrir un pequeño desplazamiento, han sido de nuevo cementados por su propia materia. Todo ello parece indicar que son debidas estas roturas recompuestas a algún fenómeno dinámico, probablemente un plegamiento experimentado por los materiales en que yacen los aragonitos.

Con relativa frecuencia presentan también estos grupos asociaciones irregulares con otros de la misma naturaleza y, generalmente, de mucho menor desarrollo.

Cabra (Córdoba).—Con muy pocas fechas de diferencia al envío anteriormente consignado, ha llegado al Museo otro, igualmente debido a la activa laboriosidad del Sr. Carandell y Pericay.

Esta vez los aragonitos proceden de los alrededores de Cabra. Sus condiciones de yacimiento y demás datos de interés, serán dados por el Sr. Carandell, como en el caso anterior. Nosotros solamente haremos resaltar que ya son dos los nuevos yacimientos de aragonito en el triásico andaluz.

Los ejemplares de ahora son también grupos pseudoexagonales, pero de un aspecto completamente distinto a los de Puente

Genil. Por sus proporciones recuerdan a los procedentes de los clásicos yacimientos de la provincia de Guadalajara, llegando alguno de ellos a alcanzar 55 mm. de longitud en la arista por 25 de diagonal en la base. La casi totalidad de estos aragonitos se muestran de color gris claro, y muchos de ellos son translúcidos, en este caso se marcan perfectamente las regiones en que quedan divididos por la estructura en lente bicóncava, gracias a estar teñida la región correspondiente al sector horizontal por una débil coloración violácea.

Algunos de estos grupos presentan fuertemente adherida a su superficie una marga caliza casi completamente blanca.

No los hemos hecho objeto de estudio cristalográfico detenido, por unirse a la falta material de tiempo su aspecto tan corriente, que no parece ofrecer ninguna contextura particular.

Ya en el momento de proceder a la tirada del presente trabajo ha llegado a nuestro conocimiento la nota con que el Sr Carandell dará cuenta de sus hallazgos a la Real Sociedad Española de Historia Natural, en su próxima sesión. Dadas su claridad y concisión, juzgamos lo más acertado reproducirla íntegra. Dice así:

«La depresión ocupada por Cabra y sus pintorescos alrededores está perfectamente indicada en el Mapa Geológico por los límites que asigna a la mancha del terreno triásico, en cuyo centro está aquella ciudad.

»El río de Cabra, que nace al E. de la población, surgiendo de una notable fuente vauclusiana, en el contacto entre las calizas jurásicas que forman la sierra de Cabra y las arcillas y margas superiores de dicha mancha triásica, descubre, lo mismo que sus afluentes, la disposición estratigráfica de ésta.

»Aparecen en la base los yesos, algunas veces teñidos por el hidróxido férrico procedente de los crestones de limonita, que abundan en el área triásica, al SE. de Cabra. A ellos se superponen los estratos de marga, irisada en ciertos puntos, muy blanca y calcárea en otros.

»Hemos tenido la fortuna de descubrir, en tres parajes distintos, bolsadas de *aragonito,* con abundancia de ejemplares.

»Enumerándolos por orden de hallazgos, citaremos primero el yacimiento atravesado por la vía férrea de Puente Genil a Linares, situado dentro del mismo recinto de la estación de Cabra, entre la aguja exterior del lado de Lucena y la alcantarilla del arroyo de Góngora.

»Los ejemplares mayores allí recogidos son de dos centímetros de diámetro por cinco de altura. En general varían poco de estas dimensiones; son los mayores entre todos los hallados en los alrededores de Cabra.

»No hemos podido comprobar la existencia de cuarzos hematoideos.

»El segundo yacimiento se halla enclavado junto al mismo casco de la población, en la margen derecha del arroyo del Chorrillo, que la ciñe por el N. En él, gracias a la acción erosiva de este barranco, afluyente del río de Cabra, se puede observar muy bien la disposición estratigráfica del triásico, asomando los crestones de yeso cristalizado al pie de las rápidas laderas, y coronando el borde de éstas las margas que forman el suelo arable de aquel paraje. Los cristales de aragonito aparecen entre estas últimas, mezclados con otros de cuarzo, algunas veces hematoideo. Allí los ejemplares son de algún menor tamaño que en el yacimiento anterior.

»Por último, otro paraje hasta ahora, donde hemos recogido nuevos ejemplares, es el situado entre la carretera de Monturque y el río de Cabra, cuya margen derecha socava allí activamente el substratum yesífero y margoso. En el barranco situado frente al kilómetro 10 de la mencionada carretera, aparecen abundantes ejemplares, que recuerdan los hallados por nosotros mismos en Puente Genil, por sus formas delicadas, en baquetillas alargadas y de poco espesor, formando a veces drusas como la reproducida en la fotografía adjunta. Los cuarzos son allí también abundantes.

»No es difícil que encontremos ejemplares de este curioso mineral que hoy nos ocupa en otros puntos de esta localidad y de otras próximas en que tanto abundan los manchones triásicos.»

Mucho sentimos no nos sea ya posible reproducir el interesante plano y fotografía que acompañan a esta nota.

En cuanto a los ejemplares de aragonito que han llegado con la nota transcrita y que proceden del último de los yacimientos reseñados, muy poco tenemos que decir. Como ya deja consignado el Sr. Carandell, son delicadas baquetillas alargadas y de poco espesor. Generalmente son de color gris claro, si bien con bastante frecuencia ofrece un mismo cristal zonas de un gris mucho más obscuro. Algunos presentan una coloración de agua de naranja, que por primera vez hemos visto en el aragonito.

Estas baquetillas, como las llama el Sr. Carandell, no parece se encuentran nunca sueltas. Aparecen implantadas en una marga arcillosa en gran abundancia; se entrecruzan en todas direcciones, soldándose por todos sus puntos de contacto. Es ésta otra ocasión en que el aragonito, por sus condiciones de yacimiento y el aspecto de su formación, nos hace recordar alguna de las facies propias del yeso.

Finalmente, en uno de los trozos de marga con cristalitos de cuarzo, del envío y localidad de que nos estamos ocupando, nos hemos encontrado unas pequeñas formaciones fibroso-radiadas del carbonato en cuestión. Es la primera vez que en yacimientos de esta naturaleza encontramos el aragonito en esta especial disposición.

El presentar éstas dos facies nuevas para la especie, hace por sí sólo que el yacimiento debido al Sr. Carandell ofrezca el mayor interés.

Sierra de Crevillente (Alicante).—En el último número de la revista científica *Ibérica*, 5 de Abril, aparece un artículo del

Profesor D. Daniel Jiménez de Cisneros en que, incidentalmente, cita esta nueva localidad de aragonito.

Dice que en varios puntos del trayecto de *La Choza* al *Barranco del Molino*, se encuentran restos del keuper formado de margas irisadas, yeso «y algún que otro cristal de aragonito».

En la imposibilidad material, por falta de tiempo, de inquirir algún dato más sobre los cristales en cuestión, nos limitamos a consignar esta otra localidad nueva para la especie.

V

NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BAUER, Max.
Contribución al estudio de la Mineralogía. (4.ª serie). «Neues Jahrbuch für Mineralogie und Geologie», 1886, t. I, pág. 62.

2. BECKENKAMP, J.
Minerales del grupo del Aragonito.—«Zeitschrift für Kristallographie und Mineralogie», de P. Groth, 1888, t. XIV, pág. 375.

3. *Estudio de las figuras de corrosión en los Aragonitos.* «Zeitschrift für Kristallographie», 1900, t. XXXII, pág. 24.

4. BERTHOLET.
Estática química, t. I, pág. 443.

5. BOTTGER.
Tarnowitzita.—«Annalen der Physik und Chemie» (ed. p. J. C. Poggendorff), 1839, t. XLVII, pág. 497.

6. BOURNON, Le Comte de.
Estudio del carbonato de cal propiamente dicho y del aragonito, t. II, págs. 119 y 356. Londres, 1808.

7. BOWLES.
Introducción a la Historia natural de España, 2.ª ed., 1782, pág. 117.

8. BRAUNS, R.
Comparación de la conchita y del aragonito.—«Centralblatt für Min. Geol. und Pal», 1901, t. V, pág. 134 y página 194 de 1905.

9. BREITHAUPT, A.
Tarnowizit. — «Vollständiges Handbuch der Mineralogie», t. II, pág. 252. Dresden y Leipzig, 1841.

10. *Oserskit.*—«Berg-und hüttenmännische Zeitung», t. XVII, pág. 54. Leipzig, 1858.

11. BROCHANT, A. J. M.
Arragonite.—«Tratado de Mineralogía», t. I, pág. 576. París, 1800.

12. BRONGNIART.
Tratado de Mineralogía, t. I, pág. 221.

13. BUISSON, H. et FABRY, Ch.
Espectro del hierro.—«Annales de la Faculté des Sciences de Marseille», 1908, t. XVII, fascicule III.

14. BUCHRUCKER.
Aragonito, forma nueva de Leogang en Salzburg. «Zeitschrift für Kristallographie und Mineralogie», t. XIX, página 140. Leipzig, 1891.

15. BUTTGENBACH, H.
Láminas de aragonito en la hulla de los alrededores de Lieja.—«Ann. de la Soc. geol. de Belgique», 1902, t. XXIX, pág. 100.

16. CALAFAT y LEÓN, J.
Nota sobre la termoluminiscencia de los minerales. «Bol. de la R. Soc. Esp. de Hist. Nat.», 1907, t. VII, pág. 163.

17. CALDERÓN, S.
Existencia del Infraliásico en España y geología fisiográfica de la Meseta de Molina de Aragón. «Ans. de la Soc. Esp. de Hist. Nat.», 1898, t. XXVII, pág. 177.

18. *Los Minerales de España,* t. II, pág. 87.

19. *Reseña geológica de la provincia de Guadalajara,* página 38. Madrid, 1874.

20. CARER, M.
Estudio de los terrenos cretácicos y terciarios del Norte de España. París, 1881.

21. Castro P. y Fernández Aguilar, R.
Excursión a algunos yacimientos de aragonito.—«Boletín de la R. Soc. Esp. de Hist. Nat.», 1916, t. xvi, página 289.

22. Cayeux, L.
Introducción al estudio petrográfico de las rocas sedimentarias, pág. 214. Atlas, lám. viii, fig. 1. París 1916.

Chatelier, H.—Véase Lechatelier.

23. Clarke, E. D.
Chimborazite.—«Annales of Philosophy», 1821, t. ii, páginas 54 y 147.

24. Collie.
El «plumbo-aragonite» de Leadhills.—«Journal of the Chemical Society», 1889, t. lv, pág. 95.

25. Des Cloizeaux.
Manual de Mineralogía, 1874, t. ii, pág. 86. Atlas, lámina l, figs. 298, 301.

25 bis. Dana.
Aragonito.—«The System of Mineralogy». New-York, 1911, pág. 281.

26. Dávila.
Catálogo del gabinete, 1767, págs. 2, 50 y 52.

27. Drasche, Von.
Bosquejo geológico de la zona superior de Sierra Nevada.—«Bol. de la Com. del Mapa Geol.», 1879, t. vi, pág. 364.

28. Dunnington.
Tarnowitzita (var. de *Vythe Co, Va).*—«Proceedings of the American Chemical Society», 1878, t. ii, pág. 14.

29. Emmerling.
Compendio de mineralogía, t. iii, pág. 359.

30. Esmark.
Iglit, Igloit (Iglo, Transilvania). — «Bergmännisches Journal», 1798, t. iii, pág. 99.

FABRY, CH. ET BUISSON, H.—Véase BUISSON.

31. FAURA Y SANS, M.
La Espeleología de Cataluña. — «Mem. de la R. Sociedad Esp. de Hist. Nat.», 1910, t. VI, pág. 530.

32. *Nota sobre el supuesto aragonito de San Sadurní de Noya*.—«Bol. de la R. Soc. Esp. de His. Nat.», 1909, t. IX, pág. 438.

33. FAVRE, P.-A. et SILBERMANN, J.
Investigaciones sobre la cantidad de calor desprendida en las acciones químicas y moleculares (3.ª, 4.ª y 5.ª partes).—«Ann. Chim. et Phys.», 3.ª s., 1853, t. XXXVII, pág. 435.

FERNÁNDEZ AGUILAR, R. y CASTRO, P.—Véase CASTRO.

34. FERNÁNDEZ NAVARRO, L.
Cristalografía geométrica, págs. 347 y 369. Madrid, 1915.

35. FOOTE, H-W.
Sobre las relaciones fisicoquímicas del aragonito y la calcita.—«Zeitsch. für Phys. und Chemie», 1900, t. XXXIII, pág. 740.

36. GASCUE, Francisco.
Nota acerca del grupo nummulítico de San Vicente de la Barquera, provincia de Santander. «Bol. de la Com. del Mapa Geol. de Esp.», 1877, t. IV.

37. GONNARD, Ferdinand.
Sobre el aragonito del túnel de Neussargues (Cantal). «Bull. de la Soc. Franç. de Min.», 1891, t. XIV, pána 183.

38. *Adición*.—Idem, íd., t. XVI, 1893, pág. 10.

39. HAIDINGER, Wm.
Tarnowicit.—«Handbuch d. bestimmenden Mineralogie». Viena, 1845.

40. HAÜY.
Sobre el aragonito, t. II, lám. 27.

41. *Arragonite*.—«Traité de Minéralogie», 1822, t. I, página 444. París.

42. HAÜY.
Coralloidal Aragonite, Chaux carbonatée coralloides. «Traité de Minéralogie», 1801, t. II.

43. HERDE.
Tarnowitzita. — «Zeitschrift für Kristallographie und Mineralogie» (ed. Paul Groth.), 1884, t. IX, pág. 199.

44. HERGEN CHRISTIANO.
Calcareus arragonites.—«Anales de Historia Natural», 1799, t. I, pág. 257.

45. KARSTEN, D. L. G.
Excentrischer Kalkstein.—«Mineralogische Tabellen», págs. 37 y 74. Berlín, 1800. (Traducción española por A. Manuel del Río), pág. 36. México, 1804.

46 KAYSER, H.
Manual de Espectroscopia, 6 vols. Leipzig, 1900-1912.

47. KELLY, Agnes.
La «Conchita».—«Sitzgs.-Ber. der Bayer. Akad. der Wiss.», 1900, tomo XXX, pág. 187.

48. Idem íd.—«Miner. Magaz.», 1900, t. XII, pág. 363.

49. KIRCHHOFF.
Sobre el ángulo de los ejes ópticos del aragonito. «Annalen der Physik und Chemie» (ed. por Poggendorff), t. CVIII, pág. 567. Leipzig, 1859.

50. KIRWAN, R.
Arragon Spar. (var. de *Cal-Spar.*).—«Elements of Mineralogy», t. I, pág. 87. Londres, 1794.

51. KLAPROTH.
Arragonischer Apatit. — «Bergmännisches Journal», 1788, t. I, pág. 299.

52. *Arragonischer Apatit.*—«Annalen», 1788, t. I, pág. 387.

53. KOHLRAUSCH, F.
Sobre las soluciones acuosas saturadas de sales difícilmente solubles (1.ª parte).—«Zeitschrift für phys. Chemie», 1903, t. XLIV, pág. 236; 2.ª parte (ídem, t. LXIV, 1908), pág. 159.

54. KOKSKAROV, V. v.
Datos para la mineralogía rusa, t. VI, pág. 261. S. Petesburgo, 1875.

55. LACROIX, A.
Mineralogía de Francia, t. III, pág. 664. París, 1909.

56. LE CHATELIER, H.
Sobre el calor de formación del aragonito.—«C. R. Ac. Sc.», 1893, t. CXVI, pág. 390.

57. LENZ, D. G. J.
Nadelstein. — «Ensayo de un tratado completo para el conocimiento de los minerales», Leipzig, 1794.

58. LEYDOLF.
Estudio de las maclas del aragonito tratadas por un ácido débil.—«Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften zu Wien», 1856, t. XIX, pág. 10.

59 LINNEUS.
Stalactites, Flos-Ferri, Marmoreus ramulosus.—«Systema Naturæ», 1768, pág. 183.

60. LLORD Y GAMBOA, R.
Análisis de un aragonito de Molina de Aragón.—«Bol. R. Soc. esp. Hist. nat.», 1909, t. IX, pág. 110.

61. LUCA, Mossottite.
El nouvo Cimento, 1858, t. VII, pág. 453.

62. MALLADA, L.
Explicación del Mapa Geológico de España, 1902, t. IV.

63. *Bol. de la Com. del Map. Geol.* (2), 1902, t. VI, pág. 29.

64. MALLAR, E.
Acción del calor sobre las substancias cristalizadas. Aragonito.—«Bulletin de la Société Minéralogique de France», 1882, t. V, pág. 229.

65. MEIGEN, M.
Reacción simple para la distinción del aragonito y de la calcita.—«Centralblatt f. Min. Geol. Pal.», 1901, número 19, pág. 577.

66. MEIGEN, W.
Contribución al conocimiento del carbonato de cal.—«Berichte der Naturf. Gesellschaft. zu Freiburg i. Br.», 1902, t. XIII, pág. 40.

67. MICHEL, L.
Sobre la reproducción del aragonito.—«Bulletin de la Société française de Minéralogie», 1904, t. XXVII.

68. MITSCHERLICH.
Acción del calor sobre los aragonitos.—«Pogg. Ann.», t. XXI, pág. 157.

69. MULHEIMS.
Sobre una nueva manera de medir el ángulo de los ejes.—«Zeitschrift für Kristallographie und Mineralogie» (de P. Groth), t. XIV, pág. 202.

70. MUTTRICH.
Determinación de los sistemas cristalinos, etc.—«Annalen der Physik und Chemie» (ed. por S. C. Poggendorff), t. CXXI, pág. 403. Leipzig, 1864.

71. NARANJO.
Elementos de Mineralogía general, pág. 219.

72. NAUMANN, Carl Friedrich.
Cristalografía, t. II, fig. 642. Leipzig, 1830.

73. OFFRET, Albert.
Variación bajo la influencia del calor de los índices de refracción de algunas especies minerales en el espacio del espectro visible.—«Bulletin de la Société française de Minéralogie», 1890, t. XIII, pág. 582.

74. PALACIOS.
Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Soria.—«Memoria de la Comisión del Mapa Geológico». Madrid, 1850.

75. POHLIG.
Sobre el aragonito.—«Sitzungsberichte der niederrheinischen Gesellschaft in Bonn.», 1890, pág. 115.

76. QUIROGA.
Noticias petrográficas.—«An. de la Soc. Esp. de Historia nat». Mem. 113, 1885, t. XIV, pág. 105.

77. *Estudio micrográfico de algunos basaltos de Ciudad Real.*—«An. Soc. Españ. de His. nat.». Mem. 172, 1879, t. IX.

78. ROSE, G.
Transformación del aragonito por la acción del calor. «Pogg. Ann.», t. XLII, pág. 353.

79. *Una asociación de aragonito y calcita.*—«Pogg. Ann.», 1854, t. XCI, pág. 147.

80. RUDBERG.
Estudios sobre la refracción de la luz coloreada en el aragonito, etc.—«Annalen der Physik und Chemie», t. XVII, pág. 1. Leipzig, 1829.

81. SCHRAUF.
Atlas de las formas cristalográficas de los minerales. Cuaderno III, láms. XXII y XXIII, figuras 11, 20, 23, 24, 25 y 26. Wien, 1872.

82. *Mineralog. Beobachtungen.*, 1870, t. I.

83. SENARMONT, H. de.
Nota sobre las agrupaciones cristalográficas del Aragonito, la Witerita y la Alstonita.—«Annales de Chimie et de Physique», 3.ª serie, 1854, t. XLI, pág. 60.

84. SOLANO Y EULATE, J. M.
Noticia acerca de un aragonito coraloideo de la mina «La Begoña», Tres Concejos (Vizcaya). «An. Sociedad Españ. de Hist. Nat.», 1873, t. II. Mem. 399.

85. THOMPSON, J-S.
Análisis de un aragonito de Shetland.—«Mineral Magaz. and Journal min. Soc.», t. X, pág. 22.

86. TORRUBIA, El Rvmo. P.
Aparato para la Historia Natural Española, t. II, página 51, lám. XIII, fig. 9. Madrid, 1754.

87. TRAUBE HERM.
Nuevos anales de Mineralogía y Geología.—«Bol. Soc. Fr. Min.», 1887, t. XI, pág. 67.

88. *Tarnowitzita*.—Zeitschrift für Kristallographie und Mineralogie», t. XV, pág. 410. Leipzig, 1889.

89. UNGEMACH, M.
Las formaciones metalíferas del Val de Villé (Alsacia). «Bull. de la Soc. Fr. de Min.», 1906, t. XXIX, página 280.

90. WALLERANT, F.
Sobre las agrupaciones de cristales de especies diferentes.—«Bull. de la Soc. Fr. de Min.», 1902, t. XXV, página 211.

91. WALLESIUS, J. G.
Stalagmitas coraloides.—«Mineralogía eller Mineralriket.», t. II, pág. 388. Stockholm, 1778.

92 WARTH, H.
La formación de los aragonitos en las soluciones acuosas.—«Centralblatt für Min.», 1902, pág. 492.

93. WERNER.
Arragonischer Apatit.—«Bergmännisches Journal», 1788, t. I, pág. 95.

94. *Arragonischer Kalkspath*.—Bergmännisches Journal», 1790, t. II, pág. 74.

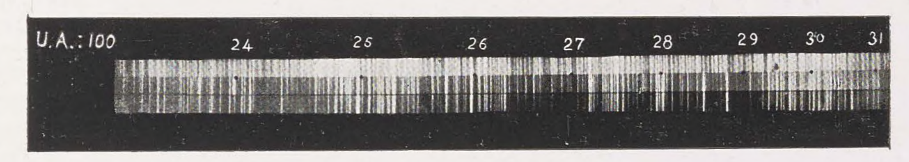
95. WESTHOF, F.
Estudios sobre la estructura cristalina de las especies del grupo del aragonito.—«Inaug. Dissert. Univ. Freiburg (Schweiz)», 1899.

96. WYROUBOFF, G.
Bull. de la Soc. Fr. de Minéralogie, 1905, t. XXVIII, p. 286.

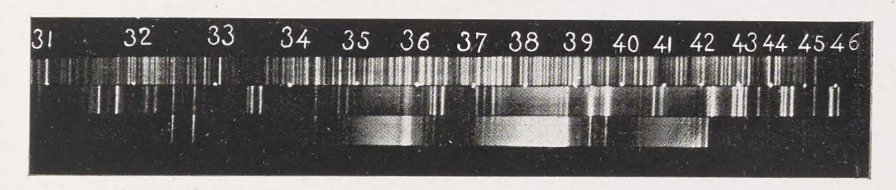
97. *Algunas palabras sobre una experiencia deMr. Meigen*. «Bull. de la Soc. Fr. de Minéralogie», 1901, t. XXIV, pág. 371.

98. ZIMÁNYI, K.
Sobre el aragonito rosa de Dognácska.—«Zeitsch. für Krist.», t. XXXI, pág. 353.

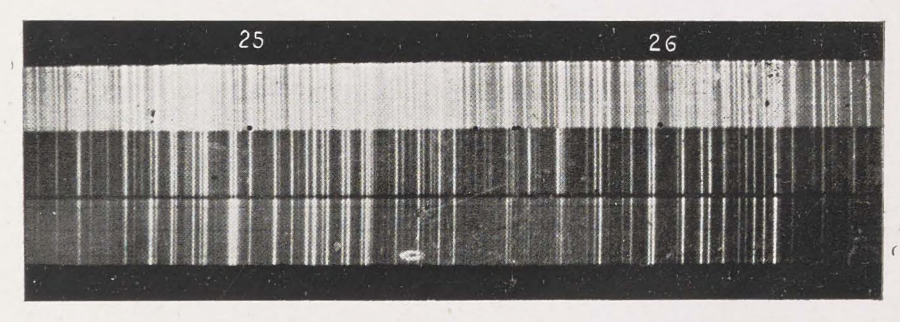
ÍNDICE



1



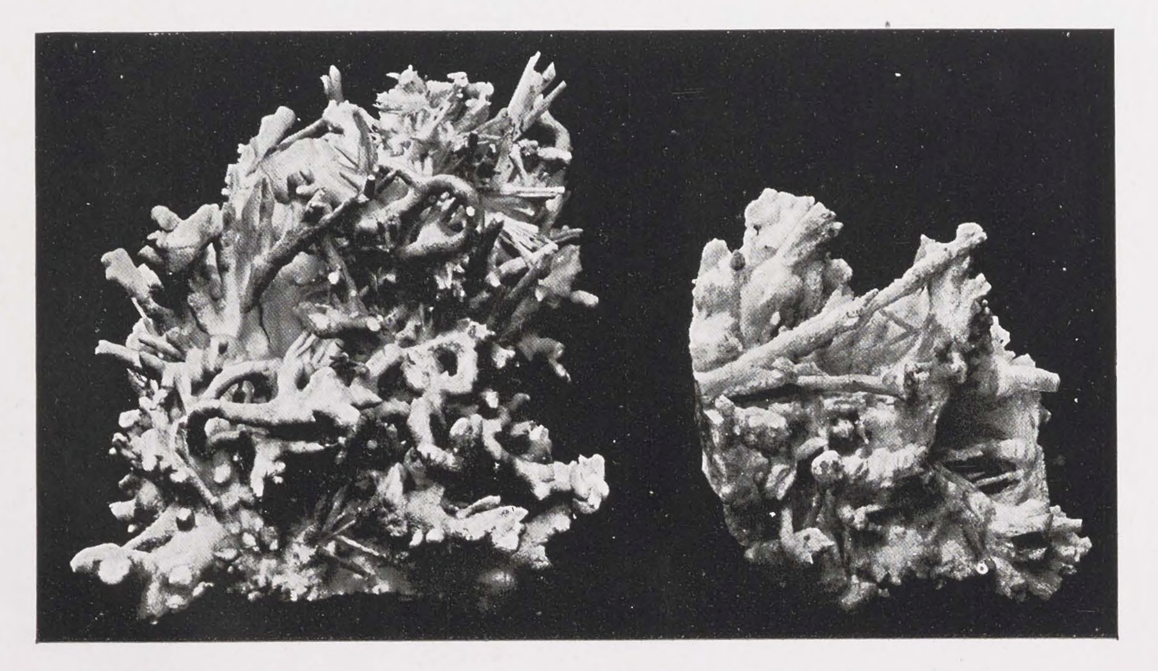
2



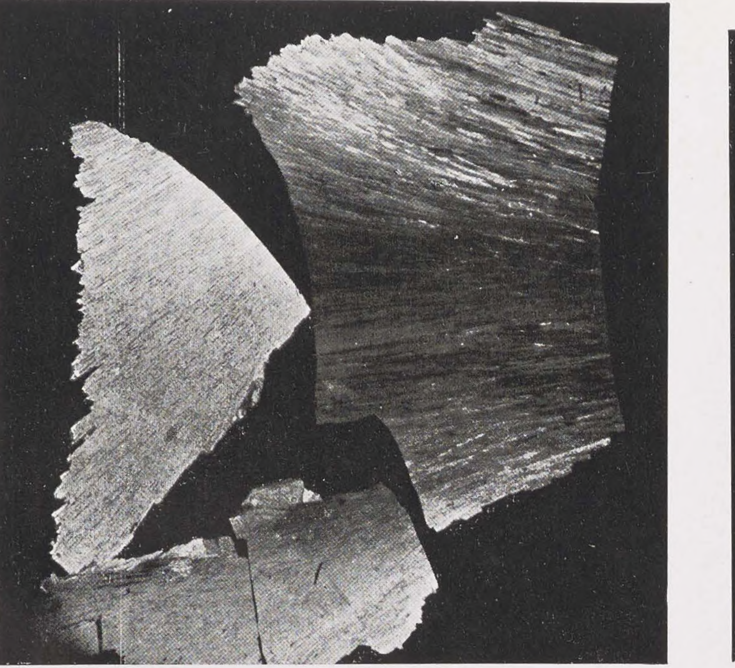
3

1 y 2. Espectrograma del aragonito.—3. Ampliación de la región en que están las rayas nuevas del calcio. Las tres rayas nuevas están marcadas por tres puntos negros próximos, situados hacia el centro de la figura.

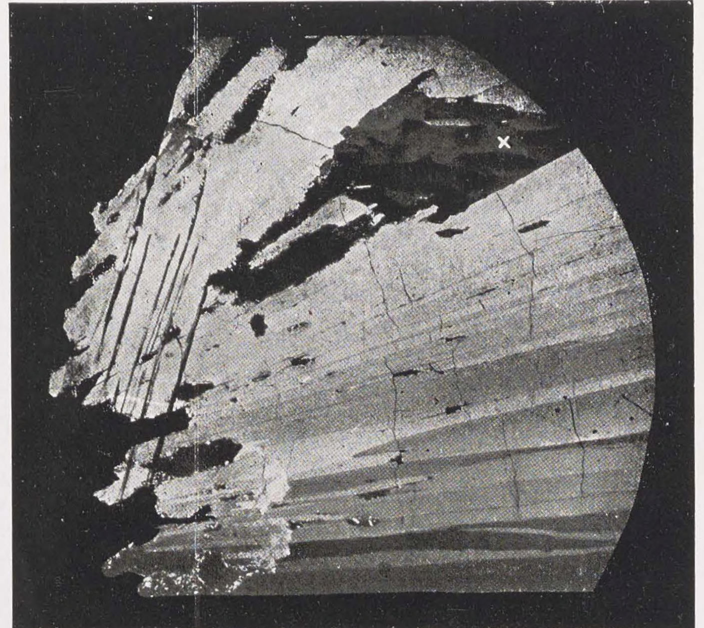
LÁMINA II.



ARAGONITO CORALOIDE DE LA MINA «LA BEGOÑA», TRES CONCEJOS, VIZCAYA. (Pág. 48.)



1

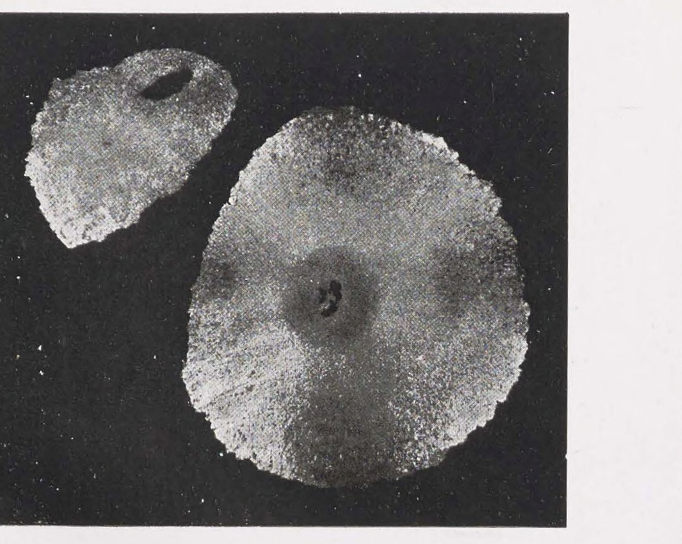


2

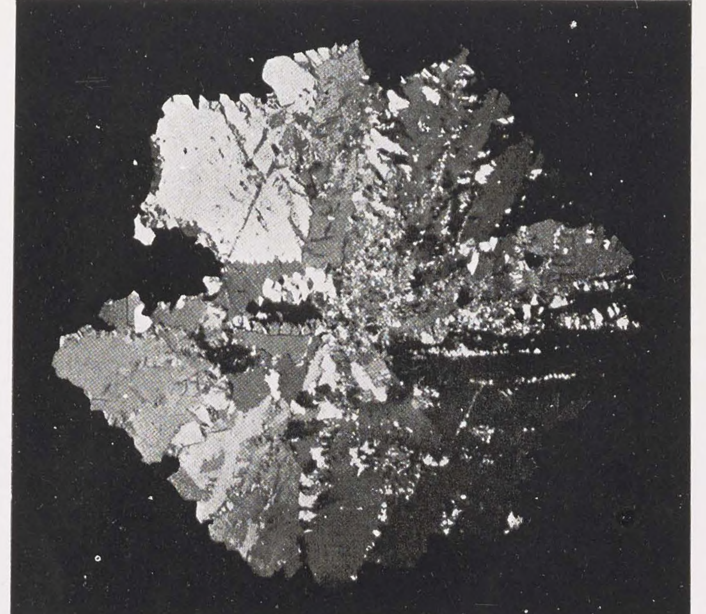
ARAGONITO CORALOIDE DE «LA BEGOÑA».

1. Sección longitudinal de una rama. (Pág. 49.)—2. Sección en la parte básica. × Calcita aprisionada. (Pág. 50.)

Nicoles cruzados.



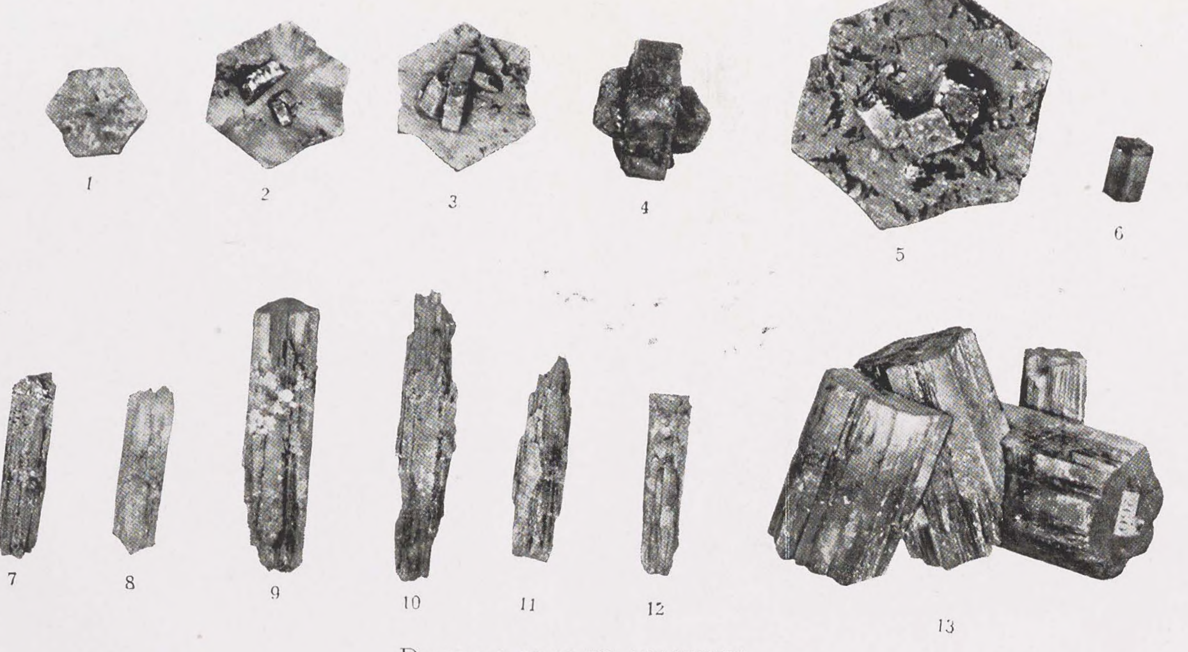
1



2

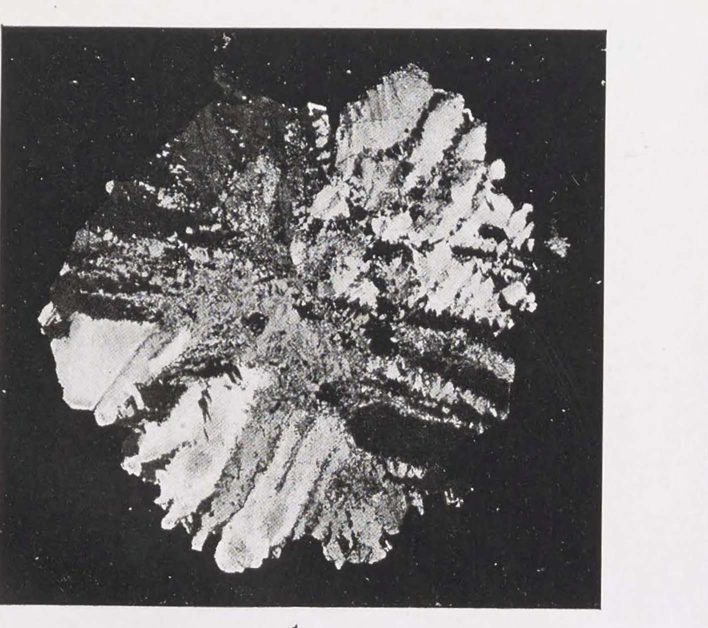
1. Aragonito coraloide de «La Begoña». Sección transversal de una rama. (Pág. 49.)—2. Sección básica de una agrupación de Monterde (Zaragoza). (Pág. 54.)

Nicoles cruzados.

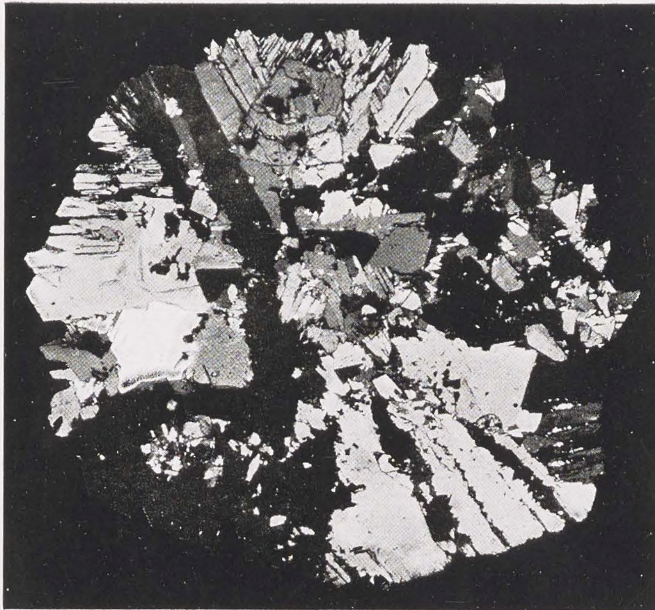


DIVERSOS TIPOS DE ARAGONITO.

1 a 6. De «La Godina», Monterde (Zaragoza). (Pág. 52.)—7 a 12. Del collado del camino de Nuévalos a Monterde. (Pág. 53.)
13. De Monterde. (Pág. 53.)



1

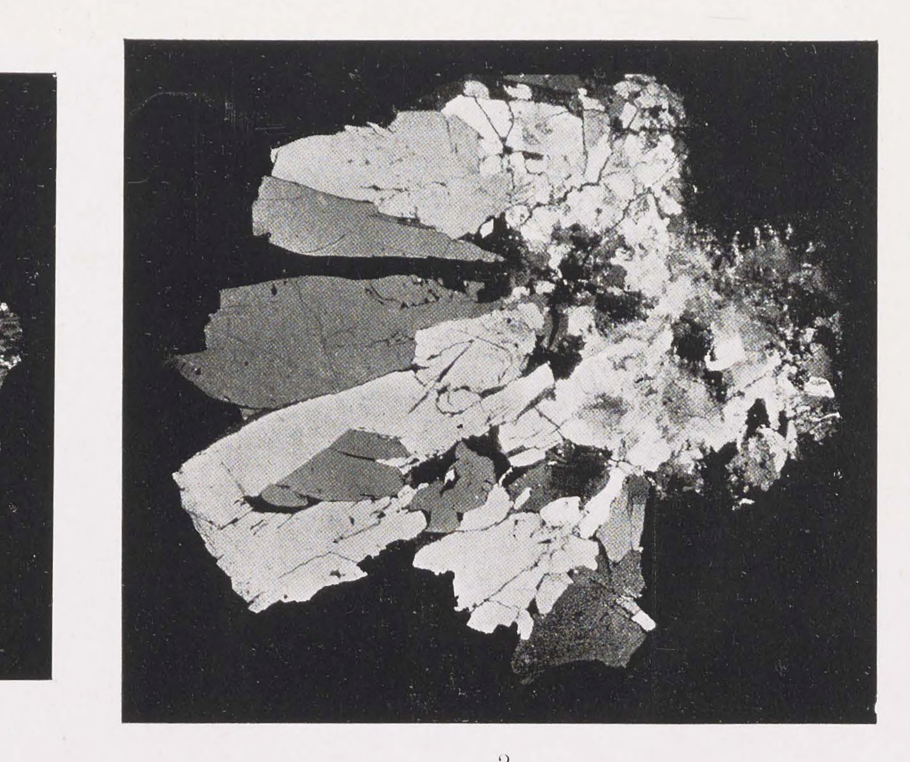


2

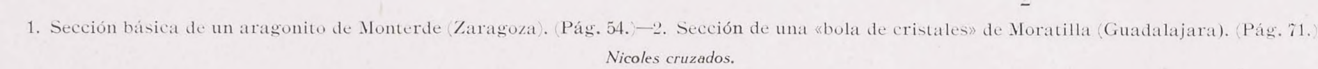
SECCIONES BÁSICAS DE ASOCIACIONES DE MONTERDE (Zaragoza). (Pág. 54.)

Nicoles cruzados.

1

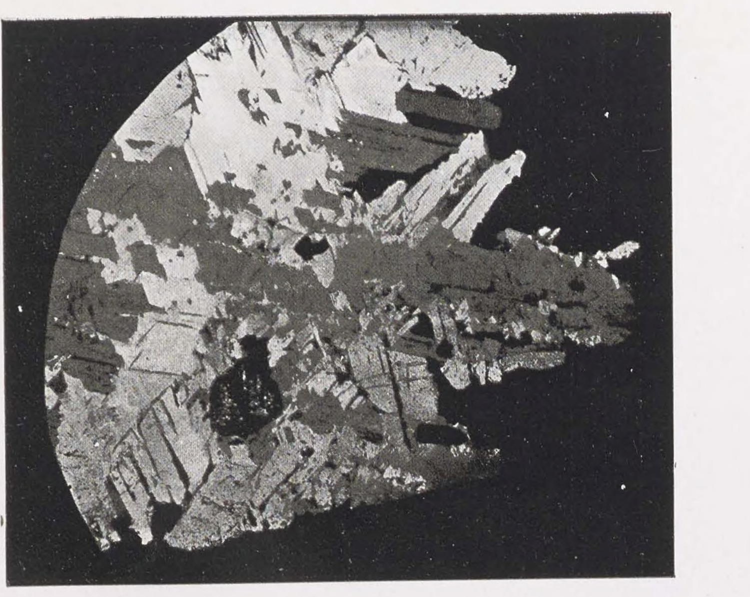


2

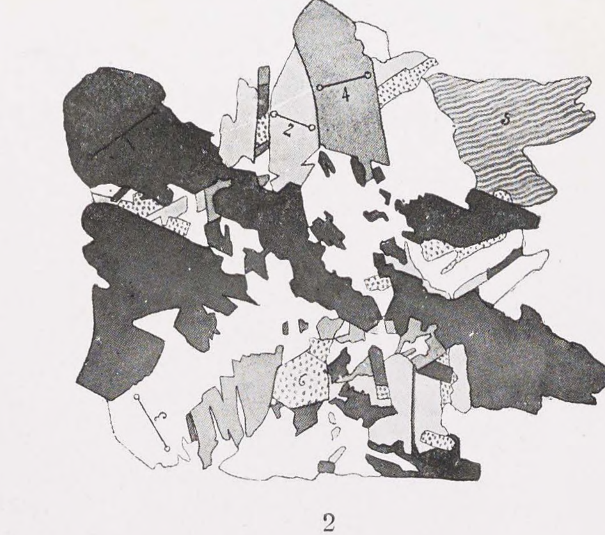


1. Sección básica de un aragonito de Monterde (Zaragoza). (Pág. 54.)—2. Sección de una «bola de cristales» de Moratilla (Guadalajara). (Pág. 71.)

Nicoles cruzados.



1

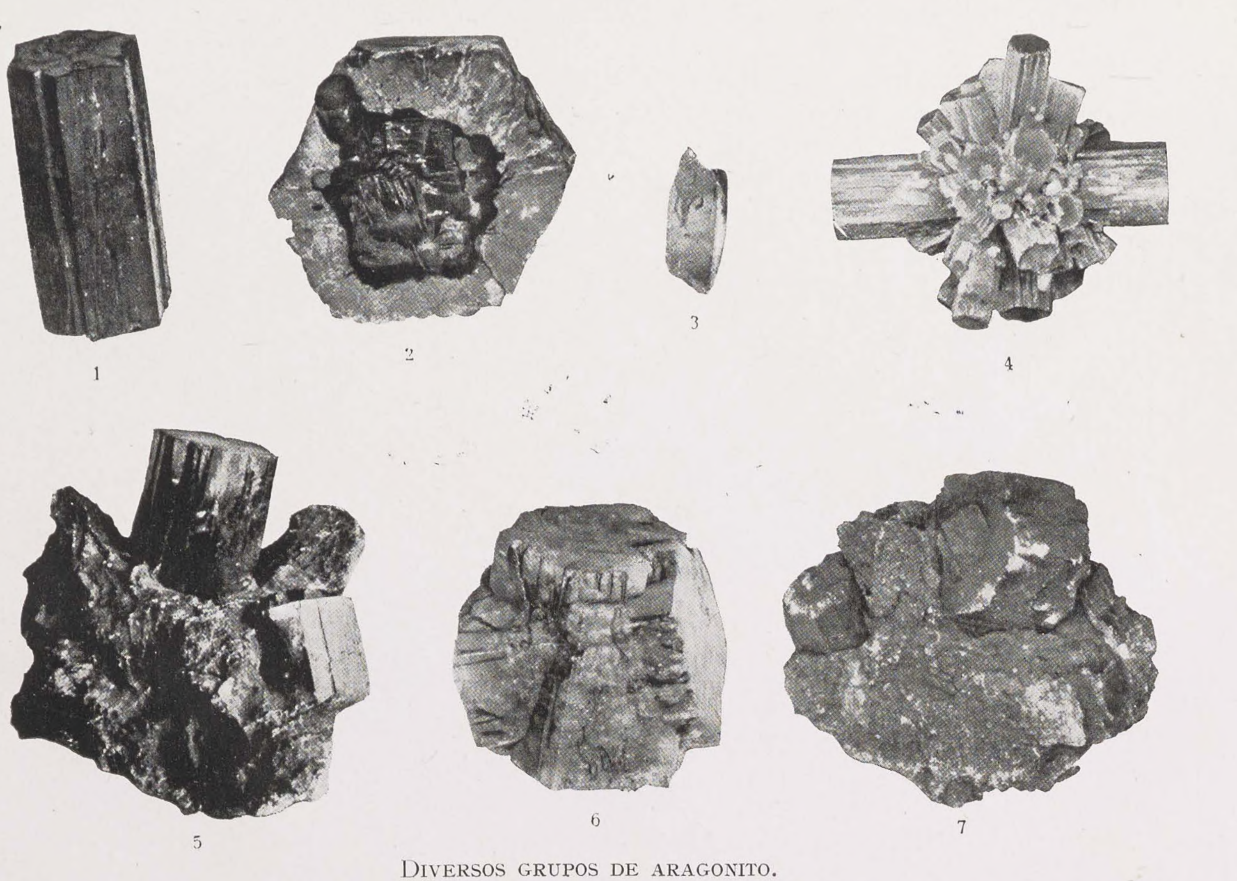


2

CRISTAL DE MORATILLA (Guadalajara). (Pág. 69.)

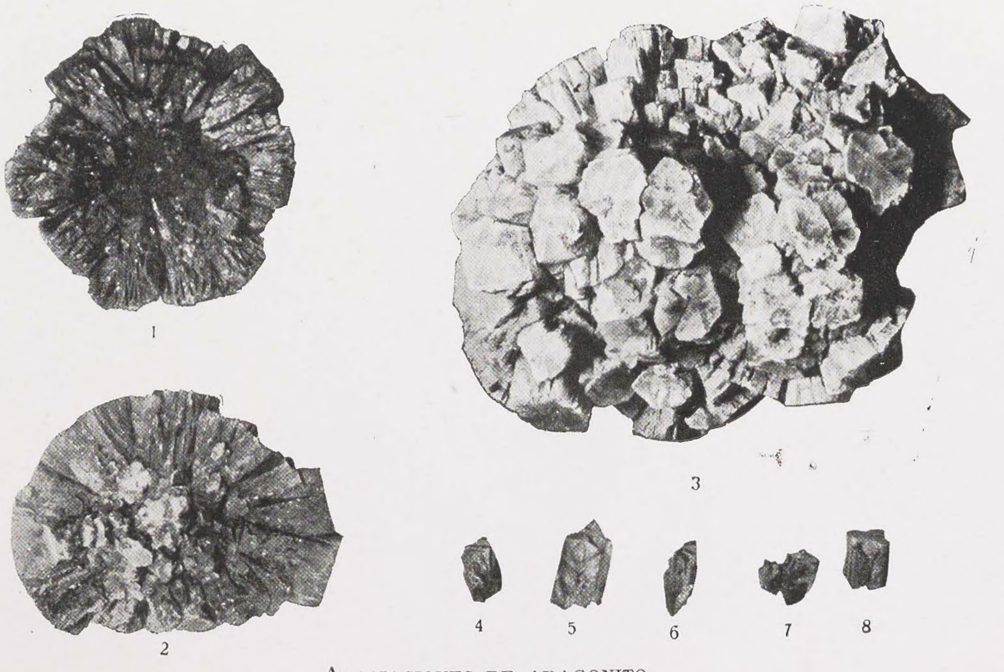
1. Vista parcial de su sección básica.—2. Esquema del conjunto de la sección.

Nicoles cruzados.



DIVERSOS GRUPOS DE ARAGONITO.

1 a 5. De Molina de Aragón (Guadalajara). (Págs. 61, 62, 65 y 67.)—6 y 7. De Moratilla (Guadalajara). (Pág. 70.)

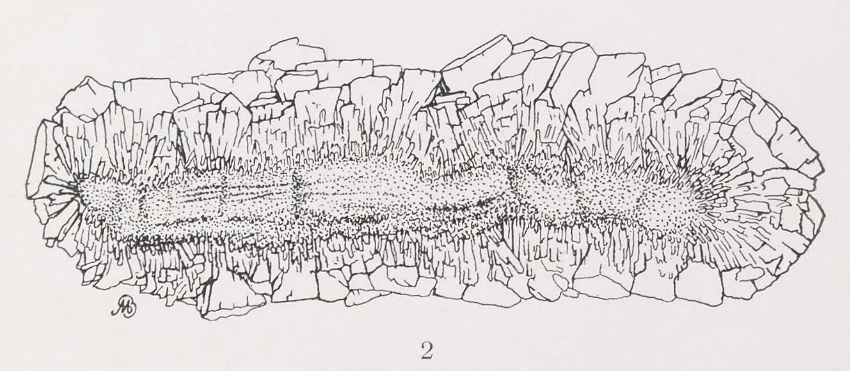


ASOCIACIONES DE ARAGONITO.

1 a 3. De Moratilla. (Guadalajara). (Pág. 71.)—4 a 8. De Sigüenza (Guadalajara). (Pág. 73).

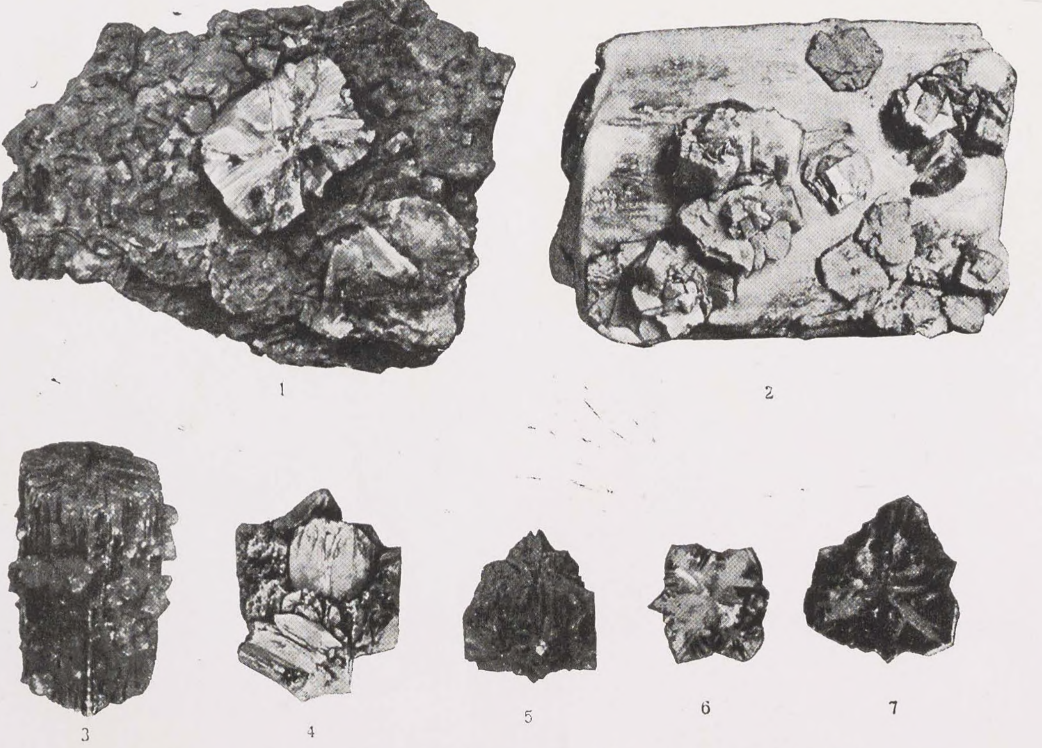


1



2

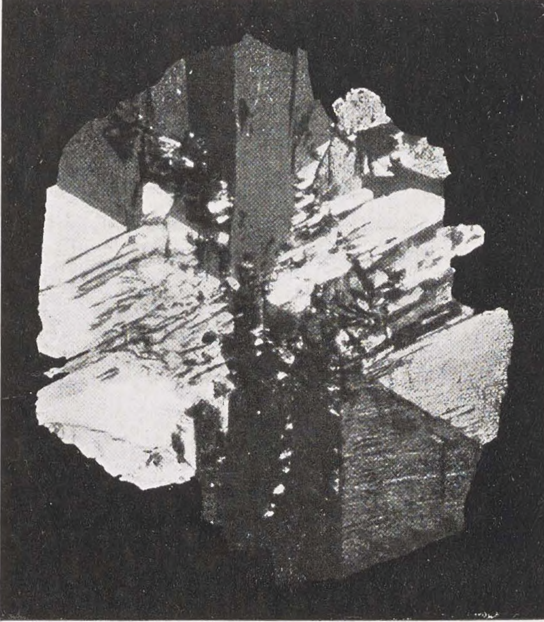
1. Gran asociación drusiforme de Moratilla (Guadalajara). (15 × 13 cm.)—2. Esquema de su sección transversal. (Pág. 72.)



DIVERSOS CRISTALES DE MEDINACELI (Soria). (Págs. 74 y 75.)



1

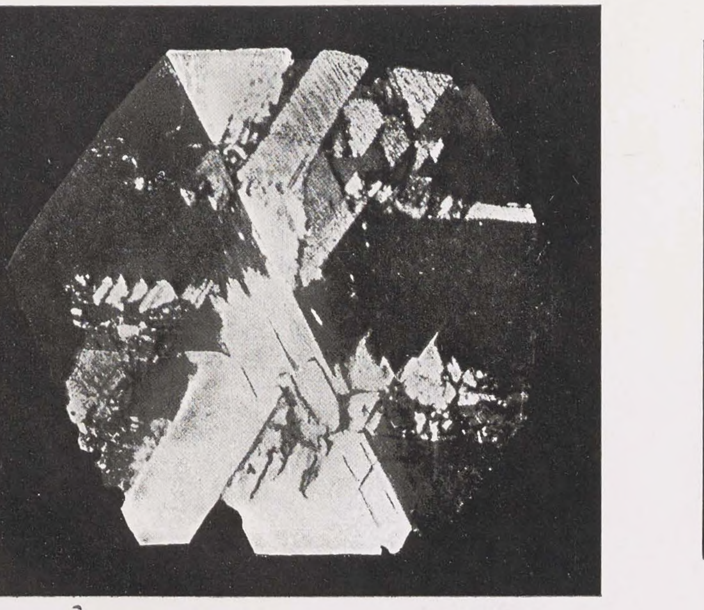


2

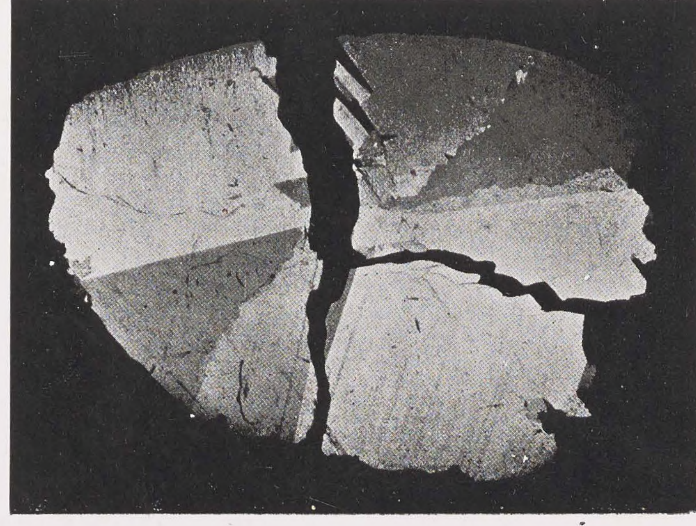
SECCIONES BÁSICAS DE EJEMPLARES DE MEDINACELI (Soria).

1. Del yacimiento de «El Humilladero». (Pág. 76).—2. Del kilómetro 42 de la carretera a Salinas. Ejemplo de la nueva lev de macla. (Pág. 78.)

Nicoles cruzados.



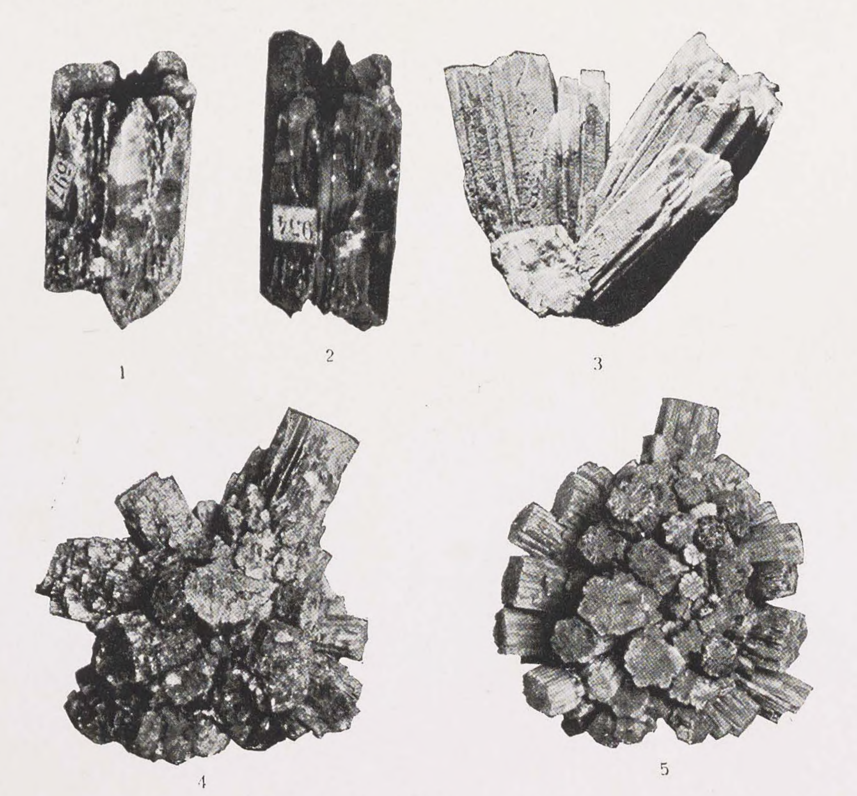
1



2

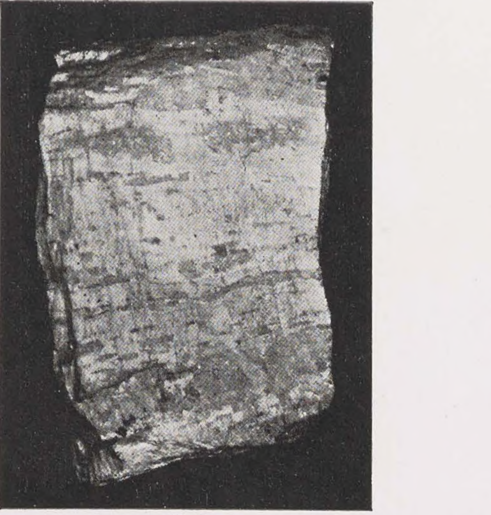
1. Sección básica de un cristal maclado, según la nueva ley de macla, procedente del yacimiento del kilómetro 42 de la carretera de Medinaceli a Salinas. (Pág. 78.)—2. Sección básica de una asociación de Buñol (Valencia). (Pág. 89.)

Nicoles cruzados.

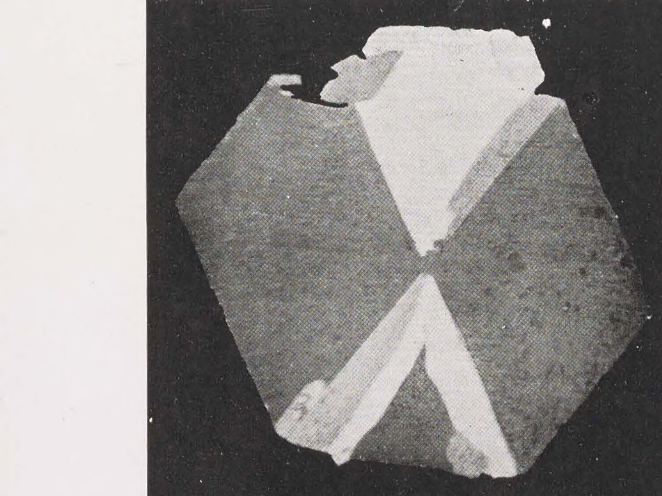


ASOCIACIONES DE ARAGONITO.

1, 2, 4 y 5. De Minglanilla (Cuenca). (Pág. 81.)—3. De Agaete (Gran Canaria). (Pág. 92.)



1



2

1. Aragonito en capas alternas con calcita, de Vimbodí (Tarragona). (9 × 6 cm.) (Pág. 94.)—2. Sección básica de un cristal de Puente Genil (Córdoba). Ejemplo de la nueva ley de macla. (Pág. 96.)

Nicoles cruzados.

TRABAJOS DEL MUSEO NACIONAL DE CIENCIAS NATURALES

Serie geológica:

Número **1.** *Itinerario geológico de Toledo a Urda,* por Eduardo Hernández-Pacheco; 1,50 ptas.

— **2.** *Geología y prehistoria de los alrededores de Fuente-Álamo (Albacete),* por Daniel Jiménez de Cisneros; 0,50.

— **3.** *Ensayo de Síntesis geológica del Norte de la Península Ibérica,* por Eduardo Hernández-Pacheco; 2.

— **4.** *Resumen fisiográfico de la Península Ibérica,* por Juan Dantín y Cereceda; 3.

— **5.** *Lagos de la región leonesa,* por Federico Aragón; 0,50.

— **6.** *Los fenómenos de corrimiento en Felanitx (Mallorca),* por Bartolomé Darder; 0,50.

— **7.** *El triásico de Mallorca,* por Bartolomé Darder; 3.

— **8.** *Las calizas cristalinas del Guadarrama,* por Juan Carandell; 2.

— **9.** *Estudio de los glaciares de los Picos de Europa,* por Hugo Obermaier; 2,50.

— **10.** *Estratigrafía de la Sierra de Levante de Mallorca (región de Felanitx),* por Bartolomé Darder; 1,50.

— **11.** *Guadarrama,* texto de C. Bernaldo de Quirós, gráficos de Juan Carandell; 2,50.

— **12.** *Monografía geológica del Valle de Lozoya,* por Lucas Fernández Navarro; 3,50.

— **13.** *Las tierras negras del extremo Sur de España y sus yacimientos paleolíticos,* por Eduardo Hernández-Pacheco.—*Las tierras negras de Marruecos,* por Juan Dantín; 2.

— **14.** *Contribución al estudio del glaciarismo cuaternario de la Sierra de Gredos,* por Hugo Obermaier, en colaboración con Juan Carandell; 2,50.

— **15.** *Bosquejo geográfico-geológico de los montes de Toledo,* por Joaquín Gómez de Llarena; 2,50.

— **16.** *Litoquímica de la Sierra de Kalpak-Kazanski (Rusia),* por S. Piña de Rubíes.—*Parte micrográfica,* por L. Duparc y R. Sabot; 1,50.

— **17.** *Los glaciares cuaternarios de Sierra Nevada,* por Hugo Obermaier, en colaboración con Juan Carandell; 3,50.

— **18.** *Datos topológicos del cuaternario de Castilla la Nueva,* por Lucas Fernández Navarro y Joaquín Gómez de Llarena; 1,50.

— **19.** *Los glaciares cuaternarios de la Sierra de Guadarrama,* por Hugo Obermaier y Juan Carandell; 3.

— **20.** *Evolución morfológica de la bahía de Santander,* por Juan Dantín Cereceda; 1,50.

— **21.** *Geología y paleontología de Alicante,* por Daniel Jiménez de Cisneros; 3.

— **22.** *El glaciarismo cuaternario en los montes Ibéricos,* por Juan Carandell y Joaquín Gómez de Llarena; 3.

— **23.** *Observaciones geológicas en la isla de Gomera (Canarias),* por Lucas Fernández Navarro; 3.

— **24.** *Los Aragonitos de España,* por Pedro Castro Barea; 4,50

